This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

A.Ctr 1908.83.3

Harvard College Library

FROM

National Library
of Chile

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Astr 1908.83.3

ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

TRANSITO DE VENUS POR EL SOL.

NOTICIA HISTORICA

DE LAS

OBSERVACIONES PRACTICADAS EN SANTIAGO DE CHILE

EL DIA 6 DE DICIEMBRE DE 1882

ESCRITA POR

LUIS L. ZEGERS

PROFESOR DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE.

PUBLICACION HECHA BAJO LOS AUSPICIOS DEL SUPREMO GOBIERNO.

SANTIAGO DE CHILE

IMPRENTA DE "EL PROGRESO", CALLE DE SAN PABLO Nº 15.

1883

Digitized by Google

Digitized by Google

ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

TRANSITO DE VENUS

POR EL SOL.

NOTICIA HISTORICA

DE LAS

OBSERVACIONES PRACTICADAS EN SANTIAGO DE CHILE

EL DIA 6 DE DICIEMBRE DE 1882

ESCRITA POR

LUIS L. ZEGERS

PROFESOR DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE.

PUBLICACION HECHA BAJO LOS AUSPICIOS DEL SUPREMO GOBIERNO.

SANTIAGO DE CHILE

IMPRENTA DE "EL PROGRESO", CALLE DE SAN PABLO Nº 15.

1883

Digitized by Google

Aster 1908.83.3
Harvard College Library
May 26, 1909.
Gift of
National Library of Chile

PRESERVATION MASTER
AT HARVARD

FEB 26 1916

Digitized by Google

AL SEÑOR

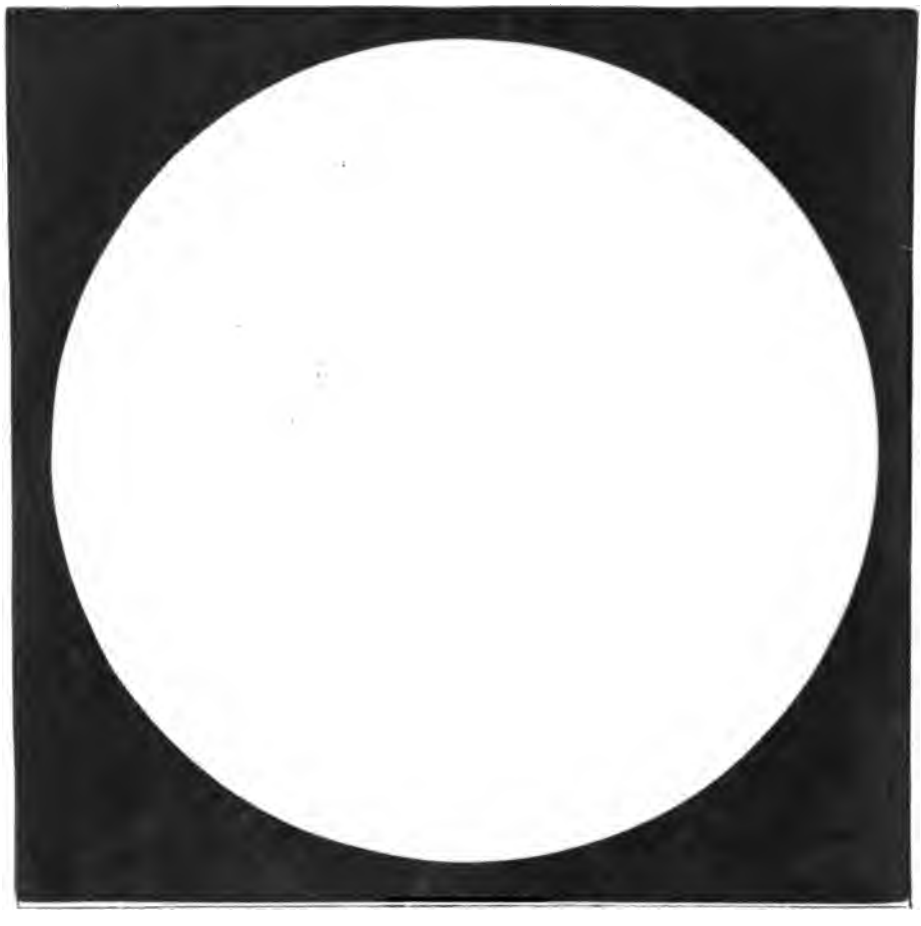
DON JOSE EUJENIO VERGARA

Homenaje de reconocimiento i de respetuosa amistad.

Luis Ladislao Zegers.

Digitized by Google

Digitized by Google



TRANSITO DE VENUS POR EL SOL

6 DE DICIEMBRE DE 1882.

Como 3 horas proximamente despues del primer contacto.—Copia de una fotografía tomada por la Comision de los Estados-Unidos de Norte-América.

Digitized by Google

Digitized by Google

ADVERTENCIA.

Debemos a una circunstancia especial el honor de haber sido comisionados por el señor Rector de la Universidad, con el objeto de que dejásemos constancia en algunas pájinas de nuestros Anales, de los méritos i de los trabajos practicados por los distinguidos astrónomos que, durante el año 1882, visitaron a Santiago con el fin de observar el paso del planeta Venus por el Sol. En efecto, uniéndonos a algunos de ellos relaciones de estrecha amistad, nos fué dado palpar, por decirlo así, la gran labor que desplegaron para poder observar con fruto tan grandioso fenómeno, hallándonos por esta razon, hasta cierto punto, en aptitud de llenar los deseos de nuestro sabio Rector, el señor don Ignacio Domeyko.

Abrigamos la esperanza de que la importancia del tema hará olvidar la insuficiencia de su intérprete.

Animados del deseo de presentar esta Noticia histórica bajo un aspecto metódico, hemos creido conveniente empezar por esponer qué objeto persigue la ciencia procurando determinar con precision la distancia que separa la

Digitized by Google

Tierra del Sol, i cuáles son los métodos que, en las observaciones del tránsito de Venus, permiten resolver este problema con mas perfeccion.

Habríamos podido realizar esta parte de nuestro programa, inspirándonos en los escritos mas o ménos detallados de esa brillante pléyade de vulgarizadores de la ciencia, que cual nuevos apóstoles esparcen hoi dia por do quiera las conquistas del saber humano; mas, animados, del deseo de ser mui exactos, aun cuando nuestra esposicion carezca de brillo, hemos preferido seguir otro camino, yendo a buscar en los estudios clásicos de hombres mas eminentes los datos que necesitábamos.

De las célebres memorias escritas en diversas épocas por los astrónomos Delaunay, Puiseux i Wolf, sobre las observaciones del paso de Venus por el Sol i sobre la paralaje de ese astro, hemos estractado i traducido la parte espositiva de esta Noticia. El resto dedicado especialmente a las comisiones científicas que nos visitaron, hemos podido redactarlo con los datos que los jefes de esas comisiones tuvieron la benevolencia de poner a nuestra disposicion.

Al consignar esos datos i las observaciones de que fuimos testigos, hemos procurado ser fieles intérpretes de lo que se nos enseñó i de lo que vimos.

L. L. Z.

Santiago, 30 de mayo de 1883.

Digitized by Google

I

LA DISTANCIA DEL SOL A LA TIERRA.

"La grandeza i simplicidad de las leyes de la naturaleza, reveladas por el descubrimiento de Newton, ajitaron las imajinaciones i produjeron en las almas un verdadero entusiasmo...." (1)

Desempeña el Sol un papel tan grandioso en nuestra existencia, que con razon deseamos conocer todo lo que con ese astro se relaciona, i mui especialmente la distancia que de él nos separa. Pero el interes que presenta el conocimiento de esta distancia del Sol a la Tierra, crece notablemente cuando se considera que ella sirve de base en la valuacion de las distancias que separan los astros unos de otros. Por esto, en todo tiempo se han preocupado los astrónomos de los medios que es menester emplear para medir esta distancia fundamental.

Para llegar a conocer la magnitud de una distancia cualquiera, es necesario compararla con una distancia bien conocida, i averiguar cuántas veces está contenida esta última distancia en la primera. La distancia conocida, que lleva el nombre de *base* o de *unidad*, se divide segun las necesidades en un cierto número de partes iguales, dado el caso que la distancia por medir no la contuviese un número exacto de veces, o bien cuando hubiera que valuar

---

NAVILLE.—La Physique Moderne.—1883.

Digitized by Google

una porcion solamente de esta base o unidad. Esto es lo que sucede cuando se quiere obtener la lonjitud de un terreno o de una pieza de tela. Despues de averiguar cuántas veces está contenido un *metro* en esta lonjitud, se valúa el resto, si lo hai, fraccionando el metro en *decímetros* o en *centímetros*. Si este medio directo de mensura no puede emplearse, se busca otro camino que pueda reemplazarlo con tal que conduzca al mismo resultado.

Las distancias o lonjitudes que podemos observar en la naturaleza son de una infinita variedad de magnitudes. En efecto ¿qué son las distancias casi inapreciables que separan a los átomos que constituyen los cuerpos, comparadas con los colosales espacios que median entre los diversos cuerpos diseminados en los espacios celestes? Nos encontramos colocados entre esos límites estremos, sin darnos cuenta naturalmente, de una manera bien clara, sino de aquello que no se aleja de las distancias que a cada instante palpamos; es decir, de las dimensiones de nuestro cuerpo i del camino que nos es necesario salvar para alcanzar los cuerpos cercanos. Solo por un esfuerzo de nuestra imajinacion, procurando familiarizarnos con ciertas distancias que son como tipos, mucho mayores o mucho menores que aquellas de que acabamos de hablar, alcanzamos a formarnos una idea algo precisa de esas dimensiones, o mui grandes o mui pequeñas, que la naturaleza nos presenta.

Si quisiéramos valernos de una sola unidad, el *metro* por ejemplo, para valuar todas las lonjitudes, encontraríamos números que variarian hasta el infinito, desde estremadamente pequeños hasta excesivamente grandes. Comprendemos mui bien i juzgamos con toda claridad de una lonjitud de 4 metros, de 20 metros, de 100 metros, i tambien de una lonjitud de $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{100}$ de metro; pero si se nos habla de una lonjitud de mil millones de metros, o bien de una millonésima parte de un metro, no acontece lo mismo; estos números son completamente vagos para nuestro espíritu. Con el objeto de evitar esos números, o mui grandes o mui diminutos, que no nos representan nada de preciso, nos vemos obligados a reemplazar el metro por una unidad mayor, si se trata de medir grandes lonjitudes, o por una unidad mas pequeña, si es menester va-

Digitized by Google

luar pequeñas dimensiones. Por esta razon las distancias itinerarias sobre la Tierra, se valúan en kilómetros i no en metros, i las dimensiones de los pequeños objetos se aprecian en milímetros; miéntras que para las dimensiones ordinarias, tales como las de una casa, de una pieza de tela, se hace uso del metro. Si no conviene emplear el metro cuando se trata de apreciar las distancias itinerarias sobre la Tierra, con mayor abundamiento, debe renunciarse a emplearlo para apreciar distancias incomparablemente mayores, como son las distancias mútuas entre los astros. Con el objeto de formarnos una idea de éstas últimas, i de las relaciones que guardan entre sí, nos será necesario medirlas, valiéndonos de una distancia tipo, del mismo órden de magnitud que ellas.

Para determinar las dimensiones de los objetos que nos rodean, i las distancias que median entre sí, nada mas lójico que elejir como término de comparacion la lonjitud de una de las partes de nuestro cuerpo. Tal es el oríjen, evidentemente, de las unidades de medida que han recibido las denominaciones de *codo*, *braza*, *pié*, *pulgada*. Las pequeñas distancias recorridas sobre la Tierra pueden medirse valiéndose de las mismas unidades; pero se han adoptado otras que se presentan naturalmente i dependen tambien de las dimensiones del cuerpo del hombre, tales como el *paso*. Para los viajes sobre los continentes i sobre los mares, se ha recurrido a otras unidades de mensura, que dependen directamente de las dimensiones del globo terrestre, tales como la *legua* ordinaria (la vijésima quinta parte de un grado), la *legua marina* (la vijésima parte de un grado), la *milla* o tercio de una legua marina (lonjitud de la sexajésima parte del arco de un grado, o del arco de un minuto). De esta manera háse sustituido el globo terrestre al cuerpo del hombre para servir de término de comparacion entre las diversas distancias recorridas sobre su superficie. Pero si se pasa de esas distancias terrestres a las que separan los astros, aun a las de aquellos que están mas cerca de nosotros (con escepcion de la Luna) encontramos que las dimensiones de nuestro globo son mui pequeñas, para que convenientemente puedan servir de término de comparacion para apreciarlas. El único medio de formarnos una idea clara de sus relaciones de magnitud,

Digitized by Google

es compararla con una de entre ellas. La distancia que nos separa del Sol, el astro mas importante para nosotros, viene a ser entónces, naturalmente, el nuevo término de comparacion, la nueva unidad de medida que se hace menester adoptar.

Pero, no basta elejir diversas unidades de medida, las unas pequeñas, grandes las otras, segun el grado de magnitud de las distancias que se quiere valuar; es necesario ademas que esas diversas unidades de medida guarden una relacion entre sí; es necesario relacionarlas, de manera que sepamos cuántas veces cada una de ellas está contenida o bien contiene a una de las otras.

La gran variedad de unidades de medida, arbitrariamente elejidas en los diversos paises, indujeron al gobierno de la Francia a adoptar el *metro*, medida relacionada con las dimensiones de la Tierra, i cuyo empleo tiende a ser universal, resultando de esto que es el radio del globo terrestre la base fundamental elejida en la naturaleza para medir todas las lonjitudes. Miéntras que, por una parte, se pasa del radio de la Tierra al metro que, con sus múltiplos i submúltiplos, sirve para medir las diversas lonjitudes terrestres, por otra parte, se pasa de ese radio a la distancia del Sol a la Tierra, que viene a servir de unidad de medida para las distancias de los cuerpos celestes.

En todo lo que hemos espuesto, hemos hablado de la distancia del Sol a la Tierra como de una magnitud determinada e inmutable. Sabemos, sin embargo, que esta distancia varía contínuamente de una época a otra del año. Fácil es comprobarlo midiendo el diámetro aparente del Sol en diversas épocas; ese diámetro, que aumenta i disminuye alternativamente, nos indica que la distancia del Sol disminuye o aumenta al mismo tiempo. Como los valores estremos del diámetro aparente del Sol son 32′ 35″, 6·(hácia el 1º de enero) i 31′ 31″ (hácia el 1º de julio), resulta que el menor i el mayor de los valores de la distancia del Sol a la Tierra, guardan entre sí la razon inversa de esos dos números, es decir, poco mas o ménos la razon de 117 a 121. Cuando hemos dicho que se elejia la distancia del Sol a la Tierra como unidad de medida, nos referíamos al *valor medio* de esta distancia.

Digitized by Google

Pero no es solo ese deseo tan natural de saber qué lugar ocupamos en el mundo, cuál es la magnitud relativa de nuestra habitacion, i su grado de respetabilidad lo que conduce a los hombres a investigar cuál es la distancia verdadera que nos separa del astro del dia; hai algo mas que un interes especulativo, hai la imperiosa necesidad que tiene la astronomía de conocer las distancias que nos separan de los astros. En efecto, si quisiéramos abarcar todo el conjunto del problema que debe resolver la astronomía, nos atemorizaríamos del caos aparente que tendríamos que despejar i de los exiguos medios de que nos es dado disponer. Entre la multitud de astros, cuyos movimientos queremos estudiar, i fijar sus posiciones, no exite uno solo que veamos en su verdadero sitio. Si, como las estrellas, los astros se encuentran mui alejados de nosotros, el rayo de luz que nos llega i fija su posicion, ha empleado años i siglos en recorrer la distancia que nos separa, i en el momento en que creemos ver una estrella, encuéntrase ya léjos del paraje donde brilla, i quizas ha desaparecido. Si el astro está mas cercano de nosotros, es entónces nuestra posicion sobre la Tierra, o la posicion de la Tierra sobre su órbita, lo que contribuye a que lo observemos en una direccion constantemente afectada de errores. La única manera de correjir esta direccion, es determinar la distancia del astro al centro de la Tierra. Pero esta distancia que varía sin cesar, depende de la lei del movimiento del astro, i la lei del movimiento no podrá ser conocida exactamente sino el dia que podamos reducir nuestras observaciones al centro de la Tierra. Parece, pues, que la astronomía i la jeometría se encontrasen ante una valla infranqueable. Pero felizmente, ni Copérnico, ni Keplero fueron jeómetras puros; creyendo, fuera de toda demostracion, en la armonía del Universo i en la simplicidad de su mecanismo, establecieron, como por intuicion, las leyes del movimiento de los astros, apoyándose sobre observaciones bastante exactas para hacerlas evidentes, i ménos exactas para que manifestasen las desviaciones. Desde entónces la ciencia se encontró en posesion de una base del sistema del mundo; habia dado el primer paso; pero le faltaba dar el segundo: verificar lo verdadero i falso de ese sistema apoyándose en observaciones precisas.

Digitized by Google

Tal ha sido el empeño de la astronomía desde el siglo XVII hasta nuestra época. Habiendo empezado la ciencia por medir una base en nuestro suelo mismo, se han podido determinar las dimensiones de la Tierra; de las dimensiones de ésta, la ciencia dedujo las de las órbitas de los planetas, i las magnitudes absolutas de los astros de nuestro sistema, para alcanzar de ahí a las estrellas. Veamos que lugar ocupa en ese magnífico conjunto de trabajos, la observacion del paso de Venus.

Un paso de Venus sobre el disco del Sol no es uno de esos prodijios celestes, que cual un eclipse total de sol, o como la aparicion de un gran cometa, hieren la vista por la magnificencia del espectáculo, i la imajinacion por los secretos que nos revelan sobre la constitucion de los astros. Un punto negro, apénas visible a la simple vista, que pasa lentamente sobre el Sol, he ahí el fenómeno. No es, pues, estraño que permaneciera inapercibido, hasta el dia en que Halley hizo ver que la observacion de ese paso suministra a la astronomía uno de los medios mas exactos de determinar la distancia de la Tierra al Sol. Tratemos de penetrar en el mecanismo de este grandioso problema de la ciencia del Universo.

Cuando se observa desde un punto de la superficie de la Tierra un astro, tal como la Luna, un planeta, la direccion segun la cual lo vemos, difiere de aquella segun la cual le veria un observador colocado en el centro de la Tierra. Esta diferencia, o ángulo segun el cual un habitante del astro veria el radio terrestre que alcanza al sitio de la observacion, se llama la paralaje del astro. Su dimension depende de la posicion del astro en el cielo; tiene su valor máximo, cuando el radio terrestre es perpendicular al rayo visual, es decir, cuando el astro se encuentra en el horizonte. Se la denomina entónces paralaje horizontal. Importa tener presente la relacion que guarda esta paralaje con la distancia del astro, de tal manera que, cono-

Digitized by Google

ciendo la paralaje queda determinada la distancia. Lo que debemos obtener al observar el paso de Venus, es el ángulo bajo el cual veria el radio terrestre un habitante del Sol; en una palabra, la paralaje del Sol. Con este dato, i sabiendo que la lonjitud del radio terrestre es de 1,600 leguas, determinaríamos inmediatamente la distancia del Sol.

Si fuese el Sol un astro pálido i frio como la Luna, seria posible determinar su paralaje, como se ha hecho con la de la Luna; por medio de comparaciones simultáneas de las posiciones del Sol i de una estrella cercana, ejecutadas desde dos parajes de la Tierra mui alejados. Pero en este caso, como en toda observacion del Sol, el caldeo del aire acarrea desviaciones anormales en sus rayos, que traen grandes errores.

Es necesario, por consiguiente, servirnos de un método segun el cual el Sol no intervenga directamente, o bien procurar que el astro con que se le compara, experimente exactamente las mismas refracciones. Las observaciones de los planetas Marte i Venus nos permiten realizar esos métodos.

El jénio de Keplero nos ha dado a conocer, no solamente las leyes de los movimientos de cada planeta al rededor del Sol, sino tambien ha establecido entre las distancias de esos astros al Sol i los tiempos de su revolucion, una relacion que permite, conocidos el tiempo de esta revolucion i las leyes del movimiento, determinar en cada instante las razones de sus distancias al Sol. Así, siendo 1 la distancia de la Tierra al Sol, la distancia de Marte al Sol es en término medio 1,52, la de Venus 0,72. De lo que se deduce que, en el momento de la oposicion de Marte, este planeta se encuentra a una distancia de la Tierra igual a 52 céntimos de la distancia de la Tierra al Sol; que en el momento de una conjuncion, la distancia de Venus a la Tierra es 28 céntimos de la distancia unidad. Por consiguiente, si por un procedimiento jeneral, determinamos la paralaje de Marte en oposicion, deduciremos la distancia de la Tierra al Sol; del mismo modo, en el momento de la conjuncion, las paralajes de Venus i del Sol, intervienen de tal manera que podríamos determinar ámbas a la vez.

Digitized by Google

La determinacion de la paralaje de Marte, que fué el primer procedimiento exacto, por medio del cual Cassini i Richer determinaron la paralaje solar, realiza la primera condicion que acabamos de indicar: medir la distancia al Sol sin que intervenga este astro. El empleo de los pasos de Venus realiza la segunda.

Cuando Venus en el momento de su conjuncion pasa entre el Sol i la Tierra proyectándose sobre el disco del astro brillante, en virtud de su movimiento mas rápido que el de la Tierra, el planeta recorre ese disco del Este al Oeste, en línea recta i con una velocidad casi uniforme. Bajo esas condiciones, es evidente que las refracciones influyen igualmente sobre Venus i sobre los puntos del Sol sobre los cuales se proyecta. Pero la influencia de esas refracciones, se hará sentir nuevamente si queremos comparar la posicion de Venus con un punto cualquiera del Sol, con un borde, por ejemplo. De ahí importantes distinciones entre los diversos métodos que podemos emplear con el objeto de fijar las posiciones relativas de los dos astros.

Un paso de Venus por el Sol exije que en el momento de la conjuncion, se encuentren sensiblemente en línea recta los centros de los tres astros; lo que no puede acontecer, a causa de la inclinacion de la órbita de Venus sobre el plano de la órbita terrestre, sino cuando la conjuncion se verifica en el momento en que Venus está en un punto de su órbita cercano a la interseccion del plano de ésta con el plano de la eclíptica. Pero entónces, por una feliz combinacion, cuando tal tránsito se verifica, hai muchas probabilidades de que siga un segundo con ocho años de intervalo; puesto que ocho revoluciones de la Tierra comprenden casi exactamente trece revoluciones de Venus. En seguida, es menester esperar mas de cien años ántes que se reproduzca el fenómeno. Así, durante el siglo pasado, los dos pasos se verificaron en el mes de junio de 1761 i 1769; han tenido lugar últimamente en diciembre de 1874 i 1882; i no se reproducirán sino en los años 2004 i 2012 en el mes de junio.

Continuemos nuestra esposicion, averiguando qué debemos observar durante el tránsito.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

T. DE V.

P. 2

Digitized by Google

Digitized by Google

Si suponemos un observador situado en el centro de la Tierra, éste verá recorrer al centro de Venus una cuerda del disco solar; tendremos tambien que el radio que pasa por el centro de la Tierra, i por el de Venus i va a trazar esta cuerda sobre el Sol, queda dividido por el centro de Venus en dos partes que guardan entre sí la razon de 28 a 72.

Ahora bien, coloquemos dos observadores en las estremidades del diámetro terrestre, perpendicular a esta línea de los centros. Uno de ellos A verá que el planeta recorre una cuerda CD, por ejemplo, diferente de la primera, el otro B verá que el planeta recorre una tercera cuerda EF, i la distancia GH de esas dos cuerdas estremas será la representacion, aumentada en la razon de 28 a 72 (1 a 2.5) del diámetro terrestre AB. Si suponemos, por un instante, que esta distancia pudiese quedar impresa sobre la superficie del Sol, un observador terrestre veria evidentemente una dimension absoluta igual a cinco veces el radio de la Tierra, i la veria a la distancia a que se halla el Sol; por consiguiente, el ángulo bajo el cual la veria, vendria a ser cinco veces la paralaje del Sol.

Si podemos medir este ángulo, habremos encontrado la paralaje buscada. Pero para realizarlo vemos que será necesario medir con micrómetros apropiados i en cada sitio de observacion, la distancia que media entre la cuerda recorrida i el centro del Sol; o bien tomar, durante todo el tiempo del paso, imájenes fotográficas del Sol, comparar con una de ellas todas las posiciones sucesivas de Venus que muestran las otras fotografías, trazar las dos cuerdas i medir la distancia. Hé aquí dos procedimientos de mensura, que serán de gran exactitud, puesto que nos permitirán medir un múltiplo de la cantidad que se busca. Pero, ámbos están sujetos a las influencias de la refraccion: puesto que ella puede afectar de un modo diferente al centro de Venus i al centro o a los bordes del Sol, a los cuales referimos la posicion del planeta.

El método de Halley es mas sencillo i mas exacto. Elimina en absoluto la refraccion, e introduce en el procedimiento de mensura, simplificándolo, un grado mayor de aproximacion. La lonjitud de la cuerda recorrida aparentemente por el centro del planeta sobre el disco solar, de-

Digitized by Google

pende de la distancia de la cuerda al centro del Sol. Luego, la diferencia de lonjitud de las dos cuerdas depende de la diferencia de sus distancias al centro; a la medida de la distancia de las cuerdas, podemos, por consiguiente, sustituir la medida de la diferencia de sus lonjitudes. Por otra parte, como el movimiento de Venus es uniforme en cada una de ellas, los tiempos empleados en recorrerlas serán proporcionales a sus lonjitudes; si una de ellas es recorrida en cuatro horas, i la otra en cuatro horas veinte minutos, esta diferencia de veinte minutos será la medida proporcional de su diferencia de lonjitud. Se vé, por lo tanto, que el observador no tendrá que preocuparse de aparatos micrométricos: un anteojo i un reloj, hé ahí todo el bagaje de que habrá menester. Si los dos observadores situados en las estremidades de un diámetro terrestre llegan a determinar con un segundo de aproximacion la duracion del tránsito en cada lugar, la diferencia de los tiempos quedará determinada con una aproximacion de $\frac{1}{2000}$, i por consiguiente, la paralaje solar con una precision de $\frac{1}{500}$ avos. Tal era el método que Halley preconizaba en 1716, i las esperanzas que su aplicacion le hacian concebir. Pero en aquella época tenia ya sesenta años de edad i el próximo paso de Venus no debia verificarse sino en 1761. No podia, pues, abrigar la esperanza de hacer por sí mismo esta curiosa observacion, ni de compartir los frutos que hasta cierto punto le pertenecian. Si hai alguno que con mas razon que los demas hombres se pueda quejar de la corta duracion de la vida, es sin duda el astrónomo. Su vista penetra el porvenir, describe i prevee observaciones curiosas e importantes; pero el término de su vida es una valla que se eleva entre él i esos fenómenos, arrancándole toda esperanza de presenciarlos.

El señor Puiseux, el sabio profesor de astronomía de la Soborna en Paris, calculó en 1875, como lo habia hecho ántes del paso de 1874, los principales elementos del paso que tuvo lugar el 6 de diciembre de 1882. Hé aquí algunos de los resultados de esos notables cálculos.

Digitized by Google

Valiéndose de las Tablas del Sol i de Venus de Le-Verrier, i suponiendo un observador colocado en el centro de la Tierra, empezó por encontrar que el tiempo que debia durar el tránsito era $5^h\ 57^m\ 06$. En seguida demostró que la línea sensiblemente recta, que el planeta debia describir sobre el disco del Sol, subtendería un arco de 97°41 próximamente, debiéndose encontrar la cuerda, por consiguiente, a una distancia del centro igual a 658 milésimas del radio.

Los datos anteriores son esencialmente teóricos. El señor Puiseux previó, ayudado del cálculo el aspecto del fenómeno para un observador situado sobre la superficie de la Tierra, procurando comparar de antemano las ventajas que presentarian las diversas estaciones desde las cuales podria observarse el tránsito, segun el método elejido.

La inspeccion de la carta jeográfica que insertamos en la foja que sigue nos demostrará gráficamente esos resultados obtenidos por el eminente profesor.

En efecto, en ella se vé que fué el norte de la América, en las cercanías de Nueva-York, desde donde pudo observarse los mas cortos tránsitos, miéntras que los de mayor duracion se verificaron en parajes poco abordables de las rejiones australes, como los montes Termination, la Tierra Sabrine, la Tierra Victoria i la Tierra Palmer. Escluyendo esas localidades como de mui difícil acceso, encontramos que los sitios mas apropiados para la observacion de largos tránsitos fueron las islas de Diego Ramirez i las cercanías del Estrecho de Magallanes.

Tambien puede comprobarse en el mapa, que las entradas mas matinales podian observarse desde la isla de Kerguelen i en las islas vecinas, i las mas tardías en el norte de la América, hácia Montreal i Nueva-York.

En fin, las primeras salidas correspondian a las Antillas i a las Guayanas, i las mas atrasadas a la costa oriental de la Australia.

Digitized by Google

El cálculo de las horas de entrada i de salida, i del tiempo del paso en un lugar de lonjitud L i de latitud $\triangle$ fué ejecutado por el señor Puiseux al mismo tiempo valiéndose de las siguientes fórmulas:

$$t_1+St_1=2^h 14^m,94-(\bar{1},6760)\cos\triangle\cos L-(0,6983)\cos\triangle\,\text{sen}\,L,$$

$$t_2+St_2=8^h 12^m,00-(0,7069)\cos\triangle\cos L+(0,7148)\cos\triangle\,\text{sen}\,L-(0,4981)\,\text{sen}\,\triangle,$$

$$T+ST=5^h 57^m,06-(0,6644)\cos\triangle\cos L+(1,0077)\cos\triangle\,\text{sen}\,L-(0,9675)\,\text{sen}\,\triangle.$$

En estas fórmulas $t_1 + St_1$, representa la época de la entrada para un observador situado en un paraje cuya lonjitud i latitud son las enunciadas; t_2+St_2, representa la época de la salida para un observador situado en las mismas condiciones, i T+ST la duracion del tránsito.

Los números entre paréntesis son los logaritmos de los factores por los cuales debe multiplicarse cos $\triangle$ cos L, cos$\triangle$ sen L, sen $\triangle$; el minuto se ha tomado como unidad de tiempo.

El cuadro que sigue contiene las horas de entrada i salida del centro de Venus sobre el disco del Sol calculadas con las fórmulas precedentes, correspondientes a un cierto número de localidades que las hemos colocado por órden de latitudes. Háse agregado al cuadro las alturas aproximadas del Sol sobre el horizonte a la hora t_1, i a la hora t_2.

Es evidente que podria calcularse asímismo las horas aproximadas de los contactos, agregando o restando 10^m, 15 a las horas de entrada i de salida.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LOCALIDADES.	Lonjitud.	Latitud.	Hora de la entrada en tiempo medio de Paris.	Hora de la salida en tiempo medio de Paris.	ALTURA DEL SOL. A la hora t_1.	ALTURA DEL SOL. A la hora t_2.
	° '	° '	h m	h m	°	°
Paris	— 0. 0,00	+48.50,18	2.19,2	8. 8,8	12	18
Nueva-York	—76.20,20	+40.42,72	2.22,5	8. 5,2	16	12
Pisco	—78.31,65	—13.42,70	2.18,2	8. 6,8	49	45
Rio Janeiro	—45.28,80	—22.54,25	2.15,5	8. 6,5	81	18
Valparaiso	—73.57,67	—33. 2,20	2.15,5	8. 8,4	55	44
Santiago	—73. 0,75	—33.26,70	2.15,4	8. 8,4	56	43
El Cabo	+16. 8,60	—33.56,05	2.10,0	8.19,6	43	16
Montevideo	—58.31,30	—24.54,48	2.14,7	8. 8,0	67	31
Punta-Arenas	—73.13,27	—53. 9,70	2.12,8	8.10,7	48	40
Islas de Diego Ramirez	—71. 1,00	—56.28,83	2.12,4	8,11,0	47	38
Tierra Victoria	+167.0,00	—72. 0,00	2. 8,9	8,16,9	6	28

En el cuadro que sigue se encuentran inscritas las mismas localidades del cuadro anterior segun el órden de las duraciones de los tránsitos, o segun el de las horas de entrada, o segun el de las horas de salida.

LOCALIDADES	Duracion del tránsito	LOCALIDADES	Hora de la entrada en tiempo medio de Paris.	LOCALIDADES	Hora de la salida en tiempo medio de Paris
	h m		h m		h m
Nueva-York	5.42,7	El Cabo	2.10,0	Nueva-York	8.5,2
Pisco	5.48,7	Isla de Diego Ramirez	2.12,4	Rio-Janeiro	8.6,5
Rio-Janeiro	5.51,0	Punta-Arenas	2.12,8	Pisco	8.6,8
Valparaiso	5.52,9	Montevideo	2.14,7	Montevideo	8.8,0
Santiago	5.52,9	Santiago	2.15,4	Santiago	8.8,4
Montevideo	5.53,3	Valparaiso	2.15,5	Valparaiso	8.8,4
Punta-Arenas	5.57,9	Rio-Janeiro	2.15,5	Punta-Arenas	8.10,7
Isla de Diego Ramirez	5.58,7	Pisco	2.18,2	Isla de Diego Ramirez	8.11,0
Tierra Victoria	6. 8,0	Paris	2.19,2	Tierra Victoria	8.16,9
		Nueva-York	2.22,5		

Digitized by Google

Si se quisiera tener las horas correspondientes, a las inmersiones i emersiones del planeta, espresadas en tiempo medio de Santiago, bastaria tener presente la diferencia de lonjitudes entre Paris i Santiago.

Hoi que podemos juzgar de la marabillosa concordancia de los números anteriores con los resultados de la observacion del último paso de Venus por el Sol, debemos recordar a Newton, cuyo jénio nunca habremos admirado lo bastante. Fué en efecto, este hombre célebre en los anales de la ciencia el que, descubriendo la lei de la gravitacion universal, que puede ser reducida al cálculo, estableció las bases de la astronomía moderna. Desde entónces, el jeómetra abraza en sus fórmulas el conjunto del sistema solar i de sus variaciones sucesivas; se eleva por el pensamiento hácia los diversos estados por los cuales ese sistema ha atravesado en las mas lejanas épocas, i vuelve a descender a todos aquellos que los tiempos venideros mostrarán a los observadores!

Digitized by Google

II

LAS OBSERVACIONES DEL PASO DE VENUS ANTERIORES AL AÑO 1882.

Los astrónomos del siglo dieziocho, particularmente los de la Academia de ciencias de Paris, no dejaron infecunda la herencia científica de Halley. Apénas se acercó el año 1761, Delisle mostró otro medio de aprovechar los tránsitos de Venus que debia aumentar los límites de las paralajes favorables para la observacion, i construyó la carta exacta que debia presentar el fenómeno en la superficie de la Tierra. En 1760, partieron los académicos a sus estaciones. La Academia imperial de Rusia, solicitó en la misma época, que un astrónomo frances fuese a observar el tránsito de Venus en el lugar del imperio que se creyese mas favorablemente colocado. Chappe d'Auteroche, se instaló en Tobolsk, desde el 10 de abril de 1761. Cassini de Thury se dirijió a Viena desde donde observó con Hell. Pingré partió a la isla de Rodriguez a la cual abordó a pesar de los cruceros ingleses. Legentil, enviado a la costa de Coromandel, fué ménos feliz. Retenido primero en la isla de Francia a causa de la guerra encendida entre la Inglaterra i su patria, pudo al fin embarcarse en una fragata que se hizo a la vela con direccion a la Indias. Pero al llegar a Mahé, supo que los Ingleses dueños de esa plaza, se habian apoderado de Pondichery, a pesar de la heroica defensa de Lally Tollendal; fué necesario huir, i miéntras que el bajel que le conducia volvia a la isla de Francia, el tránsito tuvo lugar: Legentil pudo ver a Venus sobre el Sol durante un hermoso dia; circunstancia que vino a aumentar el pesar que le ocasionó hacer una observacion completamente inútil.

Digitized by Google

Los ingleses enviaron a Maskelyne a Santa Helena i a Mason a Sumatra; pero éste no pudo pasar mas allá del Cabo. Los suecos observaron en la Laponia. No faltaron, pues, observadores; pero sí faltó la concordancia en los resultados. La discusion dió a Pingré para la paralaje el valor de 10″, 5, a Short 8″, 5; hubo entre las observaciones algunas que dieron 30″, otros 14″, i aun cero otras.

El paso de 1761 no fué, por lo tanto, sino un ensayo de la observacion del mes de junio de 1769, que, debia ademas, presentarse bajo condiciones mas favorables. Las observaciones de la Laponia, combinadas con las que podian practicarse en el Océano Pacífico, debian dar una diferencia de tiempo de veintidos minutos, siendo cinco horas cincuenta i cuatro minutos la duracion total del fenómeno en la Laponia. Los mismos astrónomos franceses se esparcieron en las diversas estaciones. Legentil volvió a Pondichery; Pingré se unió en Santo Domingo a Fleurieu que, en aquella época, practicaba un viaje de circumnavegacion. Chappe d'Auteroche quiso establecerse en la costa de la América meridional; pero habiéndoselo impedido los españoles, se hizo a la vela en un bergantin hácia el Atlántico, acompañado de un injeniero hidrógrafo, de un relojero i de dos astrónomos españoles; llegó a Méjico a lomo de mula, i concluyó por ir a construir su observatorio en San José de California. Durante el mismo tiempo, el rei de Dinamarka invitaba a Hell para que se estableciera en Wardhus, en el norte de la Noruega; i el rei Jorje III de Inglaterra, a instancias de la Sociedad real, enviaba a Taití la fragata *Endeavour*, con Cook, Green i Solander.

Tantos esfuerzos i abnegacion no fueron infructuosos. La discusion de todos los resultados dió a Pingré un valor para la paralaje, igual a 8″, 8, mui aproximado a la verdad, como ha podido comprobarse posteriormente. Este valor corresponde a una distancia del Sol a la Tierra, igual a 23,439 radios terrestres, o lo que es lo mismo, 37.400,000 leguas de 4 kilómetros. Pero ese resultado fué comprado mui caro: en California la fiebre amarilla arrebató a Chappe d'Auteroche, al relojero Dubois i a uno de los astrónomos españoles, Salvador de Medina; Green, uno de los compañeros de Cook, falleció en las Indias; Véron, que acompañaba a Bougainville en su viaje

Digitized by Google

de circumnavegacion, murió tambien en Pondichery, con el sentimiento de no haber podido observar con fruto el fenómeno.

Por otra parte, desde el oríjen se suscitaron dudas sobre el valor de la paralaje obtenida por Pingré. La observacion de Hell en Wardhus no estaba en concordancia con las otras i aparecia errónea. El jeómetra Lalande, prescindiendo de ella en la discusion jeneral, obtuvo para la paralaje un valor de 8″, 5, aumentando asi en $\frac{1}{30}$ la distancia de la Tierra al Sol.

No es esto solo; prescindiendo de las dificultades que acarrea el imperfecto conocimiento de las lonjitudes de algunas estaciones, la observacion en sí, presenta causas de error, que Halley, o no tomó en consideracion, o no previó. En efecto, si recordamos que Venus recorre en su tránsito una cuerda del Sol en unas cinco horas próximamente, i representamos en el diagrama del capítulo anterior, esta cuerda por una lonjitud de un metro próximamente, veremos que un metro recorrido en cinco horas o 18,000 segundos, equivale a un milímetro recorrido en 18 segundos, i que por consiguiente, para llegar a la aproximacion que esperaba Halley, seria menester poder estimar sobre esa figura un $\frac{1}{18}$ de milímetro.

Hai aun mas. El contacto esterior no puede evidentemente ser observado con una gran precision, puesto que Venus no se hace visible sino cuando ya ha mordido una cantidad sensible del disco del Sol. De aquí, pues, que solo el contacto interior parezca como el único exactamente apreciable. Pero ya en el paso de 1761, Venus habia sido observado por varios astrónomos como envuelto en una corona luminosa que, por un acuerdo unánime, se habia atribuido a la existencia de una densa atmósfera. ¿Cuál era entónces el momento del contacto? Ademas, desde 1761, i sobre todo en 1769, los observadores pudieron comprobar que en el instante de ese contacto, el disco del planeta aparecia deformado, i como unido al borde del Sol por un ligamento negro que en seguida se rompia bruscamente, cual si fuera un líquido viscoso. De ahí diverjencias de mas de 20 segundos para los números indicados por observadores situados en una misma estacion.

Digitized by Google

No obstante, Laplace i todos los astrónomos franceses de su época, han admitido el número 8″,81, que concuerda con los valores hallados por otros métodos indirectos. Solo en 1822, Encke, director del observatorio de Berlin, volviendo a discutir los resultados del paso de 1769, creyó que se debia disminuir en una treintena el valor de la paralaje i volver al número de 8″,57, que algunos astrónomos admitieron desde entónces como definitivo. Pero es menester confesar que este cambio se presentaba con caractéres verdaderamente desgraciados; puesto que no solo no concordaba con los valores encontrados por otros métodos, sino que venia tambien a introducir en la ciencia un dato fundamental dudoso, arrojando el desprestijio sobre el método de Halley, ya mui comprometido a causa de las diverjencias que hemos señalado.

La astronomía posee, en efecto, otros medios de determinar la paralaje del Sol, ya sea, como lo hemos dicho, por las observaciones de Marte en oposicion, ya sea indirectamente por las influencias que el Sol, la Tierra i la Luna ejercen los unos sobre los otros; influencias que necesariamente son funciones de sus distancias, i de las que pueden éstas calcularse, desde el momento que se exije que la teoría i la observacion estén acordes.

Hé aquí el problema en presencia del cual se encontraron los astrónomos en 1874.

Este tránsito tuvo lugar, como se habia previsto, el 8 de diciembre de ese año. Fué observado por comisiones científicas enviadas por todas las naciones a los diferentes parajes del globo desde donde el fenómeno debia ser visible. La Francia formó seis comisiones distribuidas igualmente en cada hemisferio, colocándolas en Nagasaki, en Pekin, en Saigon, en Numea, en la isla de San Pablo i en la isla Campbell. La Inglaterra instaló observadores en las Indias, en el Ejipto, en Persia, en la Siria, en la China, en el Japon, en el Cabo de Buena-Esperanza, en Australia, en la Tasmania, en Java, i hasta en las islas Sandwich. Los Estados Unidos de Norte-América enviaron observadores que se diseminaron en la Siberia, en la China, en el Japon, en la Nueva-Zelandia, en las islas Chatam i Kerguelen, i en la Tasmania. La Italia envió cuatro observadores a Bengala. La Alemania estuvo representada en la

Digitized by Google

Persia, en el Ejipto, en la China, en la Nueva-Zelandia, en las islas Auckland, Kerguelen i Mauricio. La Rusia escalonó sus astrónomos en toda la estension de su inmenso territorio. Así, durante ese dia, nuestro planeta estuvo ceñido en todo el hemisferio alumbrado por el Sol, por una zona de observadores que espiaban con ansiedad el tránsito del pequeño disco negro de Venus sobre el disco radiante.

El estado de la atmósfera por desgracia no favoreció a todas las espediciones, i no pocos sabios tuvieron la desgracia de volver a su patria sin haber podido aun distinguir el Sol a causa de lluvias persistentes; miéntras que otros, mas favorecidos, volvieron con observaciones de gran interes.

Apesar de que la comparacion de muchas de las observaciones ejecutadas el año 1874, ha dado como resultado para la paralaje solar la cifra 8",85, el hecho es que muchas de ellas carecieron de exactitud, presentándose de nuevo las mismas dudas, desgraciadamente, que se habian presentado en las primitivas observaciones. Los trabajos de 1874 volvieron a ser como el preparativo obligado de los que debian ejecutarse en 1882, indicando a los astrónomos cuáles eran los puntos oscuros que aun era necesario estudiar.

Digitized by Google

Digitized by Google

III

ESTUDIOS PREPARATORIOS.

Si hubiéramos de consignar las instrucciones que los diferentes centros científicos redactaron para los observadores que, durante el año 1882, se esparcieron por todo el globo, buscando la resolucion del tan deseado problema, tendríamos que escribir volúmenes. Procuremos, mas bien, persiguiendo ser concisos, investigar cuáles eran prácticamente los puntos capitales, que debian llamar la atencion de los astrónomos, segun el método de observacion que se adoptase, i los medios de ponerse a cubierto de errores. La descripcion de los trabajos de nuestros huéspedes manifestará, por otra parte, mas gráficamente, cuál fué la estension e importancia de esas instrucciones.

Observando con mayor detencion la carta en la cual el profesor Puiseux representa el conjunto del fenómeno celeste de 1882, para los diversos puntos de la superficie de la Tierra, en el acto veremos que la eleccion de las estaciones mas apropiadas no podia ser dudosa.

Dos círculos máximos, representados sobre esa carta, que es una proyeccion de Mercator, por dos líneas onduladas, pasan, uno por los puntos que tiene el Sol sobre el horizonte en el momento de la entrada de Venus, ya sea que el Sol se eleve o ya sea que se ponga; el otro por los

Digitized by Google

parajes que tienen el Sol en su horizonte al fin del paso. Esos círculos dividen la esfera, como se vé, en cuatro husos de estension i formas mui diferentes..

Es evidente que, en todos los puntos de la gran rejion en los cuales el Sol debia estar puesto durante el tiempo del paso, el fenómeno no podia observarse.

Por una feliz coincidencia, esa estension no abarcaba en 1882, los paises que son hoi el centro de la civilizacion.

La carta nos demuestra que, para otra porcion del globo, el Sol estaria sobre el horizonte a la entrada i puesto a la salida; como por el contrario, para otra se hallaria sobre el horizonte a la salida i puesto a la entrada. En fin, en no pequeña estension, comprendiendo la América meridianal i parte de la setentrional, el Sol se mantendria sobre el horizonte a la entrada i salida; debiendo ser, pues, aquellos parajes a los que se debia ir, como se hizo, para observar el paso completo.

Con estos datos, i con los que ya hemos consignado, relativos a la duracion del fenómeno en los parajes desde donde podia observarse el paso de Venus, la eleccion de los observatorios pudo hacerse fácilmente, procurando contar con un coeficiente favorable para el cálculo de la paralaje, i con un cielo puro.

La esperiencia recojida en 1874, fué una herencia valiosa para los observadores de 1882. Efectivamente, esas observaciones permitieron abandonar completamente la teoría de Lalande, que hacia del ligamento o *gota negra* un fenómeno necesario. Este fenómeno físico que hizo dudar de la exactitud del método de Halley a los primeros observadores, sabemos ya esperimentalmente, que debe atribuirse a defectos de los objetivos de los anteojos, i, por consiguiente, a la falsa vision distinta que resulta. Un sistema objetivo perfecto permite apreciar el contacto con una pureza jeométrica. De aquí la necesidad de emplear para la observacion de los contactos, objetivos perfectos

Digitized by Google

de grande abertura, i retocados, si es necesario, segun los métodos de Foucault. En apoyo de esto, los notables astrónomos Wolf i André han demostrado esperimentalmente que, con objetivos de 20 centímetros de abertura, se puede responder del contacto de dos discos hasta una fraccion insensible de segundo de arco; de tal manera que, siendo favorables las circunstancias atmosféricas, los contactos interiores de Venus con el Sol podrian observarse con una aproximacion de uno o dos segundos de tiempo. Este hecho esperimental conduce a obtener una paralaje con una aproximacion de dos centésimas de segundo. Si a esto se agrega, que los observadores i los anteojos debian compararse entre sí ántes de las espediciones, con el fin de eliminar por medio del ejercicio, toda causa personal de diverjencia entre los resultados, se tendrá una idea de las esperanzas que hacian concebir las observaciones de los contactos en 1882.

Como los contactos esteriores no pueden obtenerse sino con un error considerable, siguiendo los medios ordinarios de observacion, diversos astrónomos propusieron que se hiciera uso del procedimiento espectroscópico que permite percibir con nitidez la cromoesfera que envuelve el núcleo brillante del Sol. De esta manera el observador podria comprobar la entrada de Venus sobre la cromoesfera, el punto exacto en el cual debia verificarse el contacto, i aun determinar directamente el tiempo en que se verificaria el contacto esterior. Pero, desgraciadamente, este método no pudo ser recomendado, porque la esperiencia i la teoría concuerdan para mostrar, que los tiempos que se obtuvieran por medio del espectroscopio, solo pueden ser comparados entre sí; i de ninguna manera con los que arrojase la observacion directa.

Un procedimiento mui preconizado en estos últimos años, sobre todo en Alemania, es el de determinar no solo los contactos, sino tambien la distancia del planeta al centro del Sol, con el objeto de poder asi, deducir la distancia entre la cuerda recorrida i ese centro. Este método se propusieron realizar los alemanes i los ingleses valiéndose de heliómetros.

Aunque con micrómetros pueden efectuarse medidas de este jénero mui exactas en las cercanías de los contactos,

Digitized by Google

sin embargo, como son mui difíciles en las demas fases, muchos de los astrónomos franceses i norte-americanos, resolvieron recurrir a la fotografía, con el objeto de determinar esas distancias del centro de Venus al centro del Sol.

La fotografía, que desde largo tiempo ocupa un lugar importantísimo en la astronomía, sobre todo, como auxiliar de la astronomía física, debia servir en estas observaciones para ejecutar medidas micrométricas de una estraordinaria precision. I preciso es reconocerlo, tanto en Europa como en los Estados-Unidos de Norte América, se hizo cuanto fué posible por construir fotoheliógrafos provistos de objetivos bien acromatizados, i se prepararon aparatos mecánicos, admirablemente construidos, con el objeto de efectuar medidas en las placas fotográficas.

Agréguese a esos instrumentos, los péndulos, los cronómetros, los cronógrafos i demas aparátos inscriptores, un teodolito, el círculo meridiano, necesario para la determinacion de la lonjitud i de la latitud del lugar de la observacion, i se podrá tener una idea del bagaje científico que cada astrónomo debia preparar, estudiar i verificar de antemano.

Pero entre esos instrumentos, todos estuvieron de acuerdo en que el primordial era un buen anteojo para observar los contactos; porque hoi, como durante el siglo XVIII, solo el método de Halley o de Delisle puede dar un resultado comparable en precision a los que dan los métodos indirectos de la paralaje solar. Solo ese método, en efecto, se recomendaba preferentemente por no estar influenciado por la refraccion, que acarrea tantos errores en la astronomía, i, sobre todo, en las observaciones solares.

En medio de todos estos estudios preparatorios, se podia ver, a medida que se acercaba el 6 de diciembre de 1882, que los ingleses como los franceses, se empeñaron principalmente en adquirir los elementos necesarios para observar los contactos; con la diferencia de que los ingleses se preocupaban poco de eliminar la influencia de los ligamentos negros; miéntras que los alemanes, no dando importancia a los contactos, fundaban todas sus esperanzas en el empleo del heliómetro. Los rusos, que tambien

Digitized by Google

hicieron sus preparativos, se inclinaban a los métodos ingleses, i los norte-americanos cifraron todo su éxito en obtener buenos negativos fotográficos. Así, pues, todas las naciones civilizadas no desatendieron en esta ocasion, medio alguno que pudiera conducir a la determinacion de la base matemática del Universo. Las observaciones practicadas en los siglos pasados i durante nuestra época, fueron no en vano una enseñanza para la ciencia.

Llena de anhelo la Academia de ciencias de Paris por uniformar los métodos de observacion que debian ponerse en planta en 1882, instó con este fin, a las diversas academias científicas de ámbos continentes, a una conferencia internacional que debia funcionar en Paris. A este llamado, todos los hombres de ciencia se apresuraron a acudir, llevando el concurso de su saber i esperiencia.

Como una comprobacion de los resultados de los estudios preparatorios, que al correr de la pluma acabamos de bosquejar, trascribimos a continuacion las Instrucciones formuladas por la Conferencia internacional, presidida por el por tantos títulos ilustre secretario perpétuo de la Academia de ciencias del Instituto de Francia, señor Dumas, recomendando especialmente cómo debian observarse los contactos.

ARTÍCULO 1º

"Seria de desear, bajo el punto de vista teórico, que los anteojos que se empleen tengan la mayor abertura posible. En la práctica, la dificultad de los trasportes i la necesidad de observar en las diversas estaciones con instrumentos comparables, limitarán a menudo las aberturas a $0^m,15$ i $0^m,12$ próximamente. En todo caso, los objetivos deben ser tan perfectos como sea posible. Convendria que los observadores diesen descripciones exactas de las cualidades i defectos del objetivo de que hagan uso, combinado con el ocular. Con este objeto conviene que determinen:

"1º La forma de la imájen de una hermosa estrella en el foco, mas allá del foco, i en la parte anterior de ese plano;

Digitized by Google

"2º El poder de separacion del anteojo para las estrellas.

"Seria conveniente que diesen a conocer si con el anteojo se pueden percibir las granulaciones solares durante un tiempo favorable, i cuál era el grado de visibilidad de esas granulaciones durante el paso de Venus.

Artículo 2º

"Seria conveniente servirse, ya sea de un prisma reflector, ya sea de un ocular polarizador para disminuir el calor i el peligro para el ojo del observador.

"Si se decide hacer uso de un objetivo plateado, procedimiento que presenta la ventaja de eliminar todo el calor oscuro i de evitar las perturbaciones que esperimenta la imájen a causa del caldeo interior del anteojo, el exceso de luz podrá ser absorvido por una lámina de vidrio de color de tinta neutral, formada de dos cuñas, la una coloreada, incolora la otra, con el mismo índice de refraccion.

Artículo 3º

"El ocular debe ser positivo, acromatizado i que aumente 150 veces próximamente. Las observaciones de los contactos convendria que se ejecutasen dentro de un campo visual bien iluminado, de manera que pueda verse con nitidez i separados de 1″ uno de otro, dos hilos del retículo, proyectado sobre el Sol.

"Convendria emplear medios de impedir, tanto como sea posible, los perjudiciales efectos de la dispersion atmosférica.

"Convendria obtener la vision distinta del retículo de antemano, por medio de las estrellas o de un colimador arreglado con respecto a las estrellas. En el caso de observaciones por proyeccion, se emplearán los medios correspondientes.

Artículo 4º

"Los tiempos correspondientes a los contactos internos convendria definirlos de la manera siguiente:

"*A la entrada:* el momento en que por última vez se nota una discontinuidad bien evidente, i al mismo tiempo persistente en la iluminacion del borde aparente del Sol, cercano al punto de contacto con Venus.

"*A la salida:* el momento de la primera aparicion de una discontinuidad bien marcada i persistente en la iluminacion del borde aparente del Sol, cerca del punto de contacto.

Digitized by Google

"Si entre los bordes de los dos astros se verifica el contacto jeométrico sin desformacion i sin que desaparezca el filete luminoso interpuesto, el instante definido es el mismo de ese contacto.

"Si se produce una gota negra o ligamento, bien distinto i tan oscuro como el cuerpo mismo del planeta, los instantes definidos precedentemente son, a la entrada, el de la ruptura definitiva, a la salida, el de la primera aparicion del ligamento.

"Entre esos dos casos estremos, pueden producirse otras apariencias, durante las cuales los instantes de los contactos se anotarian como sigue.

"Si, sin producirse deformacion en los bordes, se produce un oscurecimiento del filete luminoso, sin que la sombra llegue a ser tan intensa como el cuerpo del planeta, el observador anotará el instante del contacto jeométrico. Deberá anotar, así mismo, el instante de la formacion o de la desaparicion de la sombra.

"Si la sombra interpuesta es al principio, o se pone tan negra como el cuerpo del planeta, el instante definido precedentemente es aquel en que cesa esta semejanza, o aquel en el cual se establece.

"En fin, convendria que el observador anotara si se producen franjas, o algun otro fenómeno bien distinto, en el filete luminoso, i anotase el instante de la aparicion o de la desaparicion.

"En jeneral, es de desear que el observador tome nota de los tiempos en que vea producirse todo fenómeno distinto cerca de los contactos. Sin embargo, traeria un sério mal, que debe evitarse, la multiplicacon *sin necesidad* de anotaciones de tiempo cerca de los contactos.

"Será siempre mui útil que el observador acompañe a sus anotaciones un dibujo, hecho inmediatamente despues de cada observacion completa de un contacto, para aclarar el sentido que el observador atribuye a su descripcion del fenómeno.

Articulo 5º

Si los bordes de Venus caen hácia el interior del disco solar en el contacto interior, tal como se le ha definido en el artículo 4º, el observador deberá indicar, tan exactamente como le sea posible, el momento en que los bordes de Venus i los del Sol parezcan coincidir, si se les prolongara imajinariamente. Esta observacion será tosca, pero es desear que se la consigne con el objeto de verificar la parte principal anotada.

Articulo 6º

"Aunque los contactos esteriores estén sujetos a incertidumbres considerables, recomienda no obstante la Conferencia que sean

Digitized by Google

observados, ya por vision directa, o por medio del espectroscopio, i fijando por los métodos mas apropiados el punto del disco solar en que debe tener lugar el primer contacto."

Hemos procurado describir a grandes rasgos sin entrar en detalles la importancia que tiene para la ciencia la observacion de un tránsito de Venus por el Sol; tócanos ahora, ocuparnos especialmente de los concienzudos trabajos ejecutados en nuestra capital, por las diversas comisiones estranjeras durante el año de 1882, con el fin de observar el último tránsito que debia tener lugar en nuestra época.

Al llegar al objeto especial de esta publicacion, séanos permitido advertir que el órden segun el cual nos ocuparemos de las mencionadas comisiones científicas, será como es natural, el mismo de sus arribos a Santiago.

Digitized by Google

SR. O. DE BERNARDIÈRES

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

IV.

LA COMISION CIENTIFICA FRANCESA.

La Comision enviada a Chile por el Instituto de Francia para que practicase las observaciones del tránsito de Venus, abandonó la Francia el 15 de julio de 1882, i despues de una feliz travesía por la ruta de Magallanes; viaje durante el cual, nuestros dignos huéspedes no perdieron ocasion de recojer útiles datos para la ciencia, abordó las playas de nuestra patria el dia 20 de agosto del mismo año.

El personal de la Comision, designado a principios de 1882 por el señor Ministro de la Marina de esa nacion, a solicitud de la Academia de ciencias, estaba compuesto de la manera siguiente:

Jefe de la Comision	SEÑOR OCTAVIO DE BERNARDIERES, Teniente de navio.
Miembros	SEÑOR LEON BARNAUD, Teniente de navio. SEÑOR CARLOS FAVEREAU, Guardia marina examinado.
Ayudantes	SIMOM, contramaestre carpintero. LALANDE, contramaestre timonel. MERCIER, contramaestre timonel i telegrafista. RAMEL, timonel i telegrafista. DEFFES, contramaestre armero.

Digitized by Google

Tanto esta Comision como las demas que la Francia repartió en el globo en esta ocasion, fueron escojidas en la marina, en el ejército de tierra, i entre los observadores ejercitados que forman parte de las diversas instituciones astronómicas de ese gran pais. La marina que tantas pruebas dió de abnegacion en las espediciones del primer paso, en 1874, quiso tambien en esta ocasion tomar para sí lo mas árduo de la tarea. Se encargó, en efecto, de las espediciones australes i de su establecimiento en la Patagonia, donde las probabilidades de un hermoso tiempo parecian aseguradas; pero donde los medios materiales de instalacion, i los recursos para la existencia dejaban que desear.

En este gran torneo científico, la Academia de ciencias estuvo representada por tres de sus miembros: los señores d'Abbadie, Tisserand i el coronel Perrier, al lado de los cuales podia verse un nieto de Arago i un hijo del sabio astrónomo, señor Puiseux, que tantas veces hemos ya tenido ocasion de citar.

"La ciencia exije sobre todas las cosas, concentracion del individuo. Su hogar es el estudio del matemático, el tranquilo laboratorio del esperimentador, i el gabinete del meditativo observador de la naturaleza. Los hombres que han ejercido una influencia mas profunda en el mundo, bajo el punto de vista científico, jeneralmente han vivido en el aislamiento".—Hé aquí palabras del célebre profesor Tyndall, que son la fiel imájen del carácter i tendencias del notable jefe de la Comision científica francesa.

El señor Octavio de Bernardières llamado por el Instituto de Francia a presidir una de las comisiones de cuyos trabajos se esperaba obtener mejores resultados, supo corresponder a esa muestra de confianza, dedicando con la mayor abnegacion, todos los instantes del largo lapso de tiempo que duraron los trabajos de la Comision de Venus, sin darse tregua ni reposo alguno. Efectivamente, la cualidad que hemos visto resaltar entre las muchas prendas

Digitized by Google

que adornan al señor de Bernardières, es esa concentracion i dedicacion absolutas a la obra que a él se le habia encomendado; de tal manera que, desde su arribo a Chile, o mas bien desde su partída de Francia, todos sus pasos fueron encaminados a dar brillo i a asegurar los resultados de su mision.

Cuando el Instituto de Francia llamó al señor de Bernardières en 1881, para que presidiese la mision de Chile, no obstante el sin número de hombres de valer que solicitaban puestos semejantes, sabia mui bien que iba a ocupar a un hombre no desconocido en el mundo científico, i cuyos antecedentes merecian la manifiesta recompensa que con ese nombramiento se le otorgó.

Ya como guardiamarina apénas salido de las aulas, durante las maladadas guerras de Méjico i de 1870; ya como profesor durante largos años, ya como jefe en estaciones lejanas, o como agregado a los observatorios astronómicos de Paris, el digno presidente de la Comision francesa, ha dejado huellas honrosas de su talento i de su contraccion a las ciencias.—Sus publicaciones sobre el Magnetismo terrestre, su obra clásica sobre el Círculo Meridiano, sus trabajos sobre la diferencia de lonjitudes entre Paris i Berlin i entre Paris i Bonn son, en efecto, los resultados obtenidos durante esa laboriosa carrera.

Si a estas notables cualidades, se reunen un exacto conocimiento del mundo i de los hombres, un tacto esquisito, i la juventud (el señor de Bernardières nació en 1845 en Charleville) se podrá tener una idea de lo que es i de lo que está llamado a ser en la noble Francia el señor Octavio de Bernardières.

Acompañó al señor de Bernardières, como digno colaborador, el señor Leon Barnaud, teniente de navío de la armada francesa. El señor Barnaud, caballero de la lejion de honor como su jefe, habia conquistado su honroso puesto, en largas i laboriosas campañas recorriendo todo el mundo, i despues de haber practido con notables astrónomos, en trabajos jeodésicos del mas alto interes científico. Pero no es esto solo, poseyendo el señor Barnaud esa rica majinacion de los hombres del mediodia, robustecida por

Digitized by Google

una contraccion poco comun en esos temperamentos, se habia distinguido por no pocas injeniosas aplicaciones de la electricidad a los trabajos esperimentales. El señor Barnaud podia, pues, ser un auxiliar de raro valor para la Comision francesa.

Los hechos han venido a demostrar cuán acertado estuvo el señor de Bernardières solicitando el valioso concurso del señor Barnaud.

Formando parte de la brillante oficialidad de la fragata *Magicienne*, que no ha muchos años visitó las costas de Chile, despues de dar vuelta al globo con la insignia del almirante Serres, i despues de haber recojido notables datos para la ciencia, se encontraba el jóven guardiamarina, señor Cárlos Favereau, distinguido ya en esa época, i cuyas dotes personales i sérios conocimientos lo recomendaban a la eleccion del señor de Bernardières. Dotado de un raro talento matemático, i de una abnegacion a toda prueba, al señor Favereau se debe tambien, i no en pequeña parte, el éxito obtenido por la comision que visitó a nuestro pais.

Que nos sea permitido dedicar una palabra de recuerdo a los dignos i modestos ayudantes de la Comision francesa. Reclutados en la marina los cinco contramaestres, cuyos nombres consignamos al empezar este capítulo, sirvieron con esa abnegacion i disciplina que parece peculiar i como el signo característico de los hombres que han hecho el aprendizaje de la vida en la dura carrera del mar. Nosotros no olvidamos ni olvidaremos la intelijencia i la laboriosidad de esos simpáticos soldados de la ciencia.

Tal era el personal de la notable comision que venia resuelta a vencer en esta ocasion, al tenaz problema que ha venido preocupando durante siglos a la astronomía.

Digitized by Google

Tan luego como el señor de Bernardières hubo llegado a Santiago, se dedicó con todo empeño a buscar el lugar mas adecuado para establecer su observatorio. En pocos dias i gracias a todo jénero de facilidades puestas por los mandatarios chilenos, i a la amable hospitalidad de nuestros conciudadanos, el señor de Bernardières pudo recorrer nuestro territorio, i hacer una eleccion conveniente, consultando todas las condiciones apetecibles para una buena instalacion.

Tanto en Santiago, como en la provincia de Colchagua, en Talca, i en muchos otros parajes, el señor de Bernardières tuvo ofrecimientos espontáneos i abnegados. Los señores Valdés Vijil, Eastman, Marcoleta i muchos otros, ofrecieron a la Comision francesa sus haciendas, i todos los recursos de que hubiera menester para la instalacion del observatorio.

Un estudio detenido contribuyó a que el punto elejido fuese la hacienda de Cerro Negro, de propiedad del señor Valentin Marcoleta, cuya cortesía para con los miembros de la Comision francesa, no tuvo límites. Influyó en esta eleccion el hábil director de la Oficina Hidrográfica, don Francisco Vidal Gormaz, que, penetrado de las condiciones que debia poseer un observatorio como el que se proyectaba instalar, recomendó mui especialmente al señor de Bernardières la hacienda de Cerro Negro, situada a una veintena de kilómetros al sur de Santiago, a dos kilómetros de la ciudad de San Bernardo, i que ocupa un punto culminante del inmenso valle central de nuestro territorio.

Elejido el local, se procedió inmediatamente a trasladar el valioso material científico que traia la Comision, a construir los cimientos i a instalar el primero de los cinco observatorios, que durante el curso de sus trabajos, estableció la Comision francesa, tanto en Chile como en el Perú i en Panamá. Cuarenta i tres dias bastaron para levantar en el centro de una vasta i seca pradera (desde el 10 de setiembre hasta el 23 de octubre) un cómodo i bien construido observatorio, en el cual estaban reunidas las condiciones i elementos que debian asegurar el triunfo definitivo.

Reconocido el jefe de la Comision francesa a las muchas pruebas de atencion que le habian acordado durante el

Digitized by Google

curso de sus trabajos preparatorios, el señor Ministro de Instruccion Pública, que lo era a la sazon el eminente jurisconsulto don José Eujenio Vergara, el señor Ministro de Francia, las autoridades chilenas, i cuantas personas diversas tuvieron ocasion de prestarle su concurso, quiso dar una prueba de su gratitud, al inaugurar su observatorio en la fecha indicada, celebrando esa inauguracion con una familiar fiesta, de la cual encontramos en los diarios de esa época, la descripcion siguiente:

INAUGURACION DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE CERRO NEGRO.

"Ayer tuvo lugar en la hacienda del señor Valentin Marcoleta la inauguracion del observatorio astronómico, que con tanta actividad ha instalado la Comision científica francesa, llegada últimamente a nuestro pais para observar el próximo paso de Venus por el disco del Sol.

"El sitio elejido por los astrónomos franceses se encuentra a inmediaciones de las casas de la hacienda de Cerro Negro, que distan próximamente unos dos kilómetros de San Bernardo, hácia el oriente.

"Una veintena de invitados, entre los cuales se encontraban los señores Ministros de Hacienda, baron d'Avril i señor Carion, señores Domeyko, Barros Arana, director del observatorio astronómico, Vidal Gormaz, miembros de la comision belga, director jeneral de telégrafos, secretarios de la legacion francesa, profesores Luis L. Zegers, René F. Le-Feuvre, i señores R. Errázuriz, Bertrand i Drouilly, llegaron a San Bernardo por el tren de las diez de la mañana, i allí fueron recibidos por los simpáticos miembros de la Comision francesa.

"Despues de un corto descanso en las casas del señor Marcoleta, los invitados se dirijieron al observatorio astronómico que, como hemos dicho, se encuentra a las inmediaciones de estas casas, en un terreno cerrado i cubierto de vejetacion.

"Difícilmente podria haberse elejido un paraje mas apropiado para establecer ese plantel. Efectivamente, la planicie donde está situado, encontrándose en el valle central, queda alejada de altas montañas que pudieren abrigar nubes i estrechar el horizonte. Ademas, está bastante resguardado de los vientos reinantes por pequeñas colinas que angostan el valle por el sur; i como el suelo está cubierto de vejetacion, los astrónomos se verán libres del polvo i de los efectos perturbadores que acarrearian un caldeo demasiado intenso de las capas inferiores de la atmósfera.

"Debemos felicitarnos, pues, de que el señor Marcoleta, con esquisita amabilidad, haya puesto a la disposicion del señor de Bernar-

Digitized by Google

dières un paraje tan apropiado como lo es Cerro Negro; i ademas, felicitarnos tambien, de que el señor Vidal Gormaz haya tenido la feliz idea de recomendar ese sitio.

"El Observatorio lo constituyen tres pabellones colocados segun una línea recta, dirijida de oriente a poniente, i distantes cuarenta metros unos de otros. El pabellon del estremo poniente, en forma de octógono, circunda un macizo pilar de mampostería i de ladrillo, que sirve de soporte a un gran anteojo ecuatorial, cuyo objetivo tiene ocho pulgadas de abertura. Este precioso instrumento, salido de los talleres de Eichens i Gautier de Paris, debe ser manejado por el jefe de la Comision.

"El pabellon central, cuadrado, encierra un círculo meridiano portátil, de los afamados constructores Brunner. Este instrumento servirá para fijar la posicion jeográfica del Observatorio de San Bernardo; ha servido ya para determinar el meridiano donde está colocado, i se le utilizará naturalmente en la determinacion de todas las medidas absolutas que harán los astrónomos franceses. En este pabellon se encuentra tambien un péndulo, un espléndido cronógrafo de reciente construccion, aparatos telegráficos, cronómetros i baterías eléctricas.

"El último pabellon, hácia el oriente, análogo al primero, encierra un excelente anteojo ecuatorial de construccion suiza, que debe ser manejado por el señor Barnaud.

"Ademas de estos pabellones, hai los pilares con las miras que han de servir para hacer las correcciones de colimacion que ha menester el círculo meridiano; un pequeño pabellon magnético, situado a bastante distancia del Observatorio, de manera que queda fuera de las influencias de las masas de hierro; i por último, un aparato de Müntz, que servirá para determinar cuantitativamente la cantidad de ácido carbónico que contiene el aire atmosférico en esa localidad.

"Todas estas instalaciones e instrumentos se encuentran sabiamente distribuidas, reunidas unas con otras por medio de hilos eléctricos, i todas a la vez, con las casas de habitacion de la hacienda, con San Bernardo, i por consiguiente, con el Observatorio astronómico de Santiago.

"Tendríamos que estendernos mucho mas, si hubiésemos de describir las peculiaridades de los diferentes instrumentos, i el papel que harán en manos de los hábiles astrónomos franceses.

"El señor de Bernardières, de reputacion científica sólidamente establecida, por sus excelentes trabajos prácticos, i diversos otros que ya ha publicado, i los señores Barnaud i Favereau, sus distinguidos colaboradores, sabrán sacar todo el partido posible del valioso material científico que la Academia de ciencias de Paris ha confiado a su saber.

"Despues de visitar el Observatorio i ver el pequeño laboratorio de fotografía i de manipulaciones químicas, los invitados pasaron al comedor donde se sirvió un suntuoso almuerzo. Los señores miembros de la Comision francesa hicieron los honores de la mesa, con aquella amabilidad i distincion, inherentes a los hijos de la culta i simpática Francia.

Digitized by Google

"En el momento de destapar la primera botella de espumoso champagne, el señor de Bernardières brindó poco mas o ménos de la manera siguiente:

"Señores: Empiezo por pediros que me escuseis sino me espreso en vuestro bello idioma, que desgraciadamente no he tenido aun tiempo de aprender; pero en Chile todo el mundo habla o entiende el frances, i por lo tanto, mi ignorancia tiene ménos inconvenientes. Mis colaboradores i amigos señores Barnaud i Favereau, se unen a mí para agradeceros el que os hayais dignado sacrificaros este dia, i creedme que de él conservaremos un precioso recuerdo. Es, en efecto, un honor para nosotros el ver reunidos en nuestro pequeño Observatorio, a hombres que con merecidos títulos ocupan un puesto sobresaliente entre las ilustraciones de Chile. Por otra parte, debo declarar que tenemos una deuda de reconocimiento que pagar, i nuestro primer deseo es el de espresar públicamente toda nuestra gratitud por el recibimiento amable i simpático que todos nos han hecho: gracias a la cortes atencion del Gobierno chileno, i particularmente del señor Ministro de Instruccion Pública, que siento en el alma no ver aquí en este momento, debemos el haber tenido todo jénero de facilidades para plantear nuestro Observatorio; el señor director jeneral de telégrafos, el señor director del Observatorio, el señor jefe del servicio hidrográfico, el señor profesor Zegers, el señor oficial mayor del Ministerio de Instruccion Pública, el señor gobernador de San Bernardo, i en jeneral todas las personas a quienes hemos tenido el honor de dirijirnos, nos han ayudado de la manera mas amable: gracias, pues, a todos i a nuestro estimado huésped señor Marcoleta, cuya amable hospitalidad nunca habremos agradecido lo bastante. Sed los bienvenidos señor Ministro de Béljica i vosotros mis queridos colegas de la Comision belga, con quienes i de concierto con el señor Vergara, vamos a penetrar los mas íntimos misterios de las bodas de Venus con el Sol.

"Mil gracias, en fin, al digno representante de nuestro pais, que nos ha puesto en relacion con todos estos señores: vais a dejarnos mui luego, señor baron d'Avril, llevando los sentimientos unánimes i las simpatías de todos. Es una felicidad para nosotros el ver reunidos en esta circunstancia, algunos de nuestros queridos compatriotas: no pocos de ellos han hecho de Chile su segunda patria: se comprende, porque las relaciones de simpatía que unen a los dos paises, son indisolubles: bebamos, señores, por la prosperidad i felicidad de Chile hospitalario.

"A este bríndis contestaron con elocuentes frases el señor Ministro de Hacienda, i los señores Domeyko, Zegers, Vergara, Niesten i Drouilly.

"Concluyeron los bríndis por uno propuesto por el señor Ministro de Francia a la salud de S. E. el Presidente de la República.

"Terminada esta agradable fiesta, los invitados volvieron al Observatorio, donde pudieron observar en pleno dia, gracias a los poderosos anteojos, el precioso aspecto que presenta Venus en menguante.

"Allí se tomaron algunas fotografías de todos los concurrentes, los cuales se retiraron de San Bernardo a las cuatro de la tarde, llenos de

Digitized by Google

reconocimiento por la franca acojida i mil atenciones de que fueron objeto el dia de esta inauguracion.

"Tanto el señor Ministro de Instruccion Pública, como los señores Amunátegui, Huneeus, Vicuña Mackenna, Puelma, Valdes Vijil, i algunos otros caballeros que habian sido invitados a esta inauguracion, escribieron al señor de Bernardières, manifestando sus sentimientos por no haber podido asistir a la fiesta a que se les invitó."

Inaugurado el observatorio, desde esa fecha empezó una série no interrumpida de trabajos, a los cuales con teson incomparable, se dedicaron los miembros de la Comision francesa. Estos trabajos abrazaron la jeodesia, la física terrestre i la astronomía. El programa era mui vasto, i circunstancias especiales contribuyeron a darle aun mayor desarrollo.

Con el objeto de presentar metódicamente la rápida narracion que de esos trabajos nos proponemos hacer, creemos mas conveniente empezar por ocuparnos de los trabajos jeodésicos, cuyo punto de partida fué la fijacion jeográfica del observatorio de Cerro Negro, para pasar en seguida a enumerar, con el laconismo que exije esta Noticia, las observaciones de física terrestre, i por último, las observaciones del tránsito de Venus.

OPERACIONES JEODESICAS.

Si apartamos nuestra vista del magnífico espectáculo del Cielo, para arrojar una mirada sobre nuestro modesto planeta, no nos será difícil convencernos de la poca exactitud con que se conoce hoi, la posicion de numerosos puntos de la Tierra. Sin embargo del gran interes que ofrece inquirir cómo puede llegarse al exacto conocimiento de la

Digitized by Google

forma de nuestro globo, fijando con precision esos puntos, apartémonos por un momento de esta importante cuestion científica, para ocuparnos esclusivamente del aspecto práctico de ese problema, es decir, del que especialmente concierne a los navegantes. En efecto, a medida que aumenta de una manera sorprendente la rapidez de las travesías marítimas, se hace mas indispensable una gran exactitud en la construccion de las cartas marinas. Ademas, es menester que el navegante pueda verificar la marcha de sus cronómetros, en los parajes mas apartados, con la misma seguridad que en un observatorio astronómico. Algunas breves esplicaciones a este respecto, no estarán demas.

Sabemos que la posicion de un punto de la Tierra queda determinada cuando se conoce su *latitud* i su *lonjitud.* La primera de esas coordenadas se obtiene fácilmente, i de una manera mui exacta, midiendo distancias zenitales de estrellas, en el momento de su paso por el meridiano. Para ejecutar esa medida, se hace uso de *Círculos Meridianos*, o bien del conocido instrumento marino, el *Sextante*, que hábilmente manejado puede dar excelentes resultados.

La determinacion de las lonjitudes es mas complicada i mas incierta, habiendo sido siempre para navegantes i jeógrafos, una fuente de entorpecimientos, a causa de los diferentes valores asignados a un mismo punto por diversas autoridades. Como todo el mundo sabe, la lonjitud de un lugar considerado A, es la distancia del meridiano de ese lugar al meridiano de otro lugar O, que se elije como oríjen. En Francia, el oríjen de los meridianos, es decir, el punto cuya lonjitud es O, es el Observatorio de Paris; en Inglaterra, es el Observatorio de Greenwich; en Chile, el Observatorio Nacional, etc.

Esta diferencia de meridianos puede espresarse en *grados de arco* o en horas. De aquí, que se pueda dar aun la siguiente definicion: la diferencia de lonjitudes de dos lugares del globo, es la diferencia de hora de esos dos puntos, en el mismo instante físico. La astronomía suministra el medio de determinar con toda exactitud la hora de un lugar cualquiera, en un momento dado, con solo observar pasos de estrellas por el meridiano, empleando un anteojo meridiano. Suponiendo resuelta esta parte del problema, examinemos rápidamente, cuáles son los métodos que se

Digitized by Google

emplean para comparar simultáneamente las horas de dos lugares cuya diferencia de lonjitud se quiere determinar.

El procedimiento que mas naturalmente se presenta al espíritu, es aquel que consiste en determinar exactamente, en uno o varios puntos, la hora exacta del punto oríjen O, i en comparar esta hora, con la del segundo punto A, determinada de antemano ésta, como lo hemos dicho, ya sea por medio de un anteojo meridiano o ya con un sextante. Este es el método de que hacen uso los marinos en sus viajes. Pero sucede que, apesar de los progresos realizados en relojería, i de la perfeccion de los relojes marinos, las diferencias de temperatura, los movimientos del buque, i otras variadas causas, acarrean tales perturbaciones en su marcha, que despues de un viaje de cierta duracion, se hace menester una nueva comparacion de los cronómetros, en puntos cuya lonjitud, es decir, la diferencia de meridiano con Paris, Greenwich, etc., sea perfectamente conocida. Como lo decíamos, se vé, pues, la importancia que tiene para la navegacion, el conocimiento exacto de las lonjitudes.

Tambien se puede hallar la diferencia de lonjitudes de dos lugares, observando ciertos fenómenos celestes que sean visibles instantáneamente desde dos puntos diferentes de la Tierra, como son los eclipses de Luna, o los eclipses de los satélites de Júpiter; o por medio de fenómenos celestes relativos, es decir, por la observacion de los cambios de posicion aparente, que los astros esperimentan los unos respecto a los otros. En esta categoría es necesario colocar en primera línea, el método de las culminaciones lunares, que es el que se empleaba ántes, i de que todavía se hace uso, para determinar las lonjitudes, cuando no se dispone de una línea telegráfica. De esta manera es como se ha fijado las posiciones jeográficas de Santiago, de Valparaiso, i de otros puntos importantes de los dos continentes.

La introduccion de la telegrafía eléctrica, que permite lanzar con toda precision una señal, casi instantáneamente, a las mas grandes distancias, i por consiguiente, resolver el problema de las lonjitudes, por la comparacion de horas simultáneamente, con una estremada precision, ha venido a dar un nuevo i vigoroso impulso a esos hermosos

Digitized by Google

trabajos de alta jeodesia. Desde hace algunos años se ha establecido un *Instituto Jeodésico Internacional*, subvencionado por todas las grandes potencias europeas, i compuesto de delegados de todas las academias científicas, que se ocupa activamente de esas importantes determinaciones. Bajo su inmediata direccion, se han fijado las posiciones de las diferentes capitales de Europa, i los puntos jeodésicos elejidos hasta hoi como meridianos fundamentales.

Los Estados Unidos de Norte-América, se han asociado a esos grandes trabajos, determinando por los mismos procedimientos, la situacion jeográfica de numerosos puntos de la América central i de las Indias occidentales. Continuando esas importantes operaciones, el señor comandante Green de los Estados Unidos, jefe de una espedicion organizada por el Departamento de Marina, acaba de terminar hace unos dos años próximamente, la diferencia de meridiano entre Lisboa, SanVicente, Rio Janeiro, Montevideo, i Buenos Aires.

El señor Ministro de Marina en Francia, i la Oficina de Lonjitudes de esa nacion, presidida por el sabio astrónomo Faye, confiaron al señor de Bernardières, el encargo de completar esta gran obra jeodésica, relacionando con puntos ya bien determinados, la capital de Chile i varios de los grandes puertos de la costa occidental de la América del Sur.

Como hemos tenido ocasion de decirlo, cada una de las estaciones cuya diferencia de lonjitudes se quiere determinar, debe estar provista de los siguientes instrumentos:

Un anteojo meridiano con sus accesorios: mira meridiana, etc., con el objeto de determinar en cada noche de observacion, i a cada instante, la hora local del lugar de observacion. Los anteojos de que se sirvió la Comision francesa, fueron construidos en Paris por los hermanos Brunner, hábiles artistas conocidos en el mundo entero. La descripcion detallada de estos excelentes instrumentos la ha hecho el señor de Bernardières, en su importante obra sobre el Círculo Meridiano; obra impresa en la Imprenta Nacional de Francia, bajo los auspicios del Gobierno, i que es reglamentaria en ese pais.

Digitized by Google

Conocida la hora en cada estacion, es evidente que el sencillo aparato Morse podria suplir, hasta cierto punto, para efectuar la trasmision de señales entre las estaciones conjugadas. Pero, es incomparablemente mas exacto, sustituir, a la observacion directa de pasos de estrellas por los diferentes hilos del retículo del anteojo, verificada solo con la vista i el oido, la inscripcion eléctrica de los instantes de esos pasos, i tambien determinar el instante correspondiente a una señal eléctrica, dada por el mismo observador, o por el observador de la estacion conjugada, de una manera análoga, haciendo que esas señales se inscriban, casi simultáneamente, en los dos lugares de observacion. La diferencia entre los momentos físicos de la inscripcion entre los dos lugares, es precisamente el tiempo que la electricidad emplea en franquear el espacio que media entre las dos estaciones; pero invertiendo el sentido de las corrientes eléctricas, es decir, enviando alternativamente de cada una de las estaciones, séries de señales a la estacion conjugada, ese tiempo tan corto que dura la trasmision de la electricidad puede eliminarse.

El injenioso aparato que permite realizar los condiciones que acabamos de indicar, se llama *Cronógrafo*; junto con un *péndulo eléctrico* o un *cronómetro eléctrico*, completa la série de aparatos que se necesitan en cada una de las dos estacionnes que deben, ante todo, estar ligadas con una línea telegráfica.

Los cronógrafos que empleó la Comision francesa, son obra del eminente académico, señor Lœwy, director de los Conocimientos de los Tiempos, i subdirector del Observatorio de Paris. En esos aparatos, de los cuales mas adelante damos una descripcion, es posible mediante injeniosas disposiciones, igualar las intensidades de las corrientes que pasan por los diversos órganos del mecanismo, i medir mui exactamente, siempre que se desea, las diferencias entre las abcisas de dos señales inscritas en el mismo instante físico, por una pluma ligada al péndulo, i por otra pluma de señales, que obedece a voluntad del observador. Esta diferencia se denomina *paralaje de las plumas;* se mide de la misma manera que todas las señales, con una aproximacion de una o dos centésimas de segundo de

Digitized by Google

tiempo, valiéndose de una fina escala trazada sobre una hoja de vidrio.

Determinada la diferencia de lonjitudes entre el observatorio de Cerro Negro i el de Santiago, i despues de haber dado feliz término a la observacion del tránsito de Vénus, emprendió la Comision francesa una série de operaciones jeodésicas de la mas alta importancia.

Hé aquí como el señor de Bernardières describe estos trabajos:

Desde mi llegada a Chile, me habia preocupado de la importante cuestion de las lonjitudes, i habia obtenido sin esfuerzo, la seguridad del concurso mas solícito i amable de la Administracion de los Telégrafos del Estado, de la Compañía del Telégrafo Trasandino i, de la Compañía inglesa del West Coast of América Telegraph, que posee un cable desde Valparaiso hasta Chorrillos.

Me proponia efectuar esas determinaciones, cuando me impuse de que el cable americano, destinado a poner en comunicacion a Chorrillos con Panamá, acababa de ser terminado: teníamos, pues, la posibilidad de relacionar la costa del Pacífico con Europa por la vía de Panamá i de la América del Norte, al mismo tiempo que por la de Buenos Aires, del Brasil i del Cabo Verde, es decir, de formar un circuito completo, i de obtener por consiguiente, una verificacion perfecta. No me era posible alcanzar a dar aviso a la Oficina de Lonjitudes i pedir órdenes al señor Ministro de Marina; pero la ocasion era tan bella, i la gran importancia de ese nuevo trabajo se imponia de una manera tan evidente, que me arriesgué a emprenderlo.

Principié por informarme del estado sanitario de Panamá, sobre el cual obtuve satisfactorias noticias; yo sabia tambien que el cielo, cubierto durante una gran parte del año, era de una pureza perfecta durante el mes de febrero; por otra parte, la Compañía Americana, propietaria de ese nuevo cable, accedió solícita como las demas Compañías, a mis pedidos; se trataba, por consiguiente, de no perder un instante, i tomé las disposiciones siguientes:

Digitized by Google

Valparaiso debia ser tambien, la estacion principal, como término del cable submarino, i ahí establecí mi observatorio, sobre el cerro de la Artillería, al oeste de la ciudad, en el jardin de un cuartel, del cual una parte puso a nuestra disposicion el señor intendente de la provincia.

Se hacia necesario relacionar nuestra sala meridiana, con el Telégrafo del Estado, para el cambio de señales con Santiago; con el de los Andes, para las comunicaciones con Buenos Aires; i, en fin, con el cable submarino, para establecer la correspondencia con el Perú i con Panamá. El señor F. Cabrera, inspector de los telégrafos del Estado, que ya habia relacionado nuestro observatorio de Cerro Negro con el de Santiago, fué comisionado por el director jeneral, señor Ramon Vial, para construir esas nuevas líneas, i no sabria agradecerle lo bastante los numerosos servicios de que le somos deudores al instalar nuestras comunicaciones eléctricas.

Con el objeto de ganar tiempo, envié inmediatamente, al señor Favereau, al Perú, para que se ocupara de la construccion de los soportes i de la línea telegráfica, miéntras que yo efectuaba con el señor Barnaud, la medida de la diferencia de lonjitud entre Santiago i Valparaiso, trabajo que venia a asegurar por completo, la posicion de nuestro observatorio de Cerro Negro, que a su vez relacioné con el de Santiago.

Antes de su partida, puse en manos del señor Favereau las instrucciones siguientes, que habia preparado para mis compañeros de mision. Yo no me disimulaba las grandes dificultades que nuestra empresa podia encontrar; pero contaba con el celo bien probado i con la competencia de mis dos excelentes amigos.

INSTRUCCIONES PARA EL SEÑOR TENIENTE DE NAVIO BARNAUD I EL SEÑOR GUARDIA MARINA FAVEREAU MIEMBROS DE LA COMISION DEL PASO DE VENUS EN CHILE,

San Bernardo, 29 *de diciembre de* 1882.

MI APRECIADO CAMARADA:

El señor Director *of the West Coast of America Telegraph C°*, que como Ud. sabe, se ha puesto con benevolencia a nuestras órdenes, para la determinacion que vamos a emprender, me informa que

Digitized by Google

hai una falta de aislamiento, en una parte de la línea submarina. Como es de temer que la situacion se agrave, urje comenzar tan pronto como sea posible nuestras operaciones, que van a complicarse a causa de la necesidad de establecerse en Chorrillos, punto término del cable, i no en el Callao, como habíamos primitivamente formado el proyecto.

Bajo esas condiciones, he pensado que el medio mas eficaz de ganar tiempo permaneciendo dentro de los límites fijados por el señor Ministro de Marina, era enviar al Perú, por el próximo vapor, al señor guardia marina Favereau, acompañado del contramaestre timonel Lalande. Miéntras que nosotros terminamos la mensura de la diferencia de lonjitud entre Santiago i Valparaiso, el señor Favereau hará una parte de la travesía i podrá, desde que llegue al Perú, empezar la instalacion en Chorrillos. Encomiendo, ademas, a nuestro colaborador, que efectúe con toda la exactitud posible, la triangulacion que permitirá relacionar a Chorrillos con el Callao i con Lima. Deberá, tambien, determinar la latitud por alturas meridianas de estrellas observadas con el horizonte artificial, i por el método de Talcott, si consigue obtener el anteojo meridiano de la Division naval del Océano Pacífico. Dado el caso que fuese necesario servirse del instrumento meridiano que Ud. lleva consigo, no perderá Ud. de vista que la diferencia de lonjitud es el trabajo mas importante i primordial, a causa de la dificultad de trasmisiones por medio del cable submarino.

Al llegar al Callao, el señor Favereau deberá aprovechar la primera ocasion para ir a presentar sus respetos al señor contra-almirante i comandante en jefe de la Division naval del océano Pacífico, i, en ausencia de éste, al mas antiguo de los comandantes de nuestros buques de guerra presentes en la rada. Deberá, igualmente, presentarse, sin pérdida de tiempo, al señor Cónsul de Francia en el Callao, i al señor Ministro de Francia en Lima. He puesto en manos del señor Favereau una carta de recomendacion del señor Ministro de Guerra i Marina de Chile, dirijida al señor almirante Linch, jeneral en jefe del ejército chileno de ocupacion. A este jefe deberá dirijirse el señor Favereau para obtener, como me lo han aconsejado, una pequeña guardia encargada de velar por nuestra instalacion.

Si benévolamente se pusiera el cable a nuestra disposicion, para la correspondencia ordinaria, Ud. no se sirvirá de él sino para las cuestiones urjentes i que piden una solucion inmediata. Aprovechará Ud. de todos los correos para mantenerme al corriente de lo que pase, no perdiendo de vista que yo no puedo combinar eficazmente, mi trabajo con la República Arjentina i con el Perú sino, estando exacta i rápidamente al corriente de todas vuestras operaciones. Si la determinacion de la diferencia de lonjitud entre Valparaiso i Chorrillos se efectúa con prontítud, será posible que aprovechemos el nuevo cable que acaban de establecer entre Panamá i Chorrillos para relacionar el primero de esos puntos con Valparaiso. Convendria, pues, que Ud. averiguase si la Compañía del *Central and South American Cable*, que es propietaria de esta línea, estaria dispuesta a prestarnos las mismas facilidades que la Compañía del *West Coast America Telegraph*, i que la Compañía del *Tetégrafo Trasandino*.

Digitized by Google

En ese caso, ejecutaríamos algunos ensayos prévios, haciendo enviar directamente señales de Panamá a Valparaiso.

Admitiendo que la estension i el estado del cable no permitan realizar esta solucion, podria averiguarse cuál es la exactitud que se puede obtener, trasmitiendo a Valparaiso las señales enviadas de Panamá a Chorrillos i recíprocamente. El señor Favereau quedaria encargado de esta trasmision. Si los resultados de esos ensayos son satisfactorios, i si los datos suministrados por el señor Cónsul de Francia, nos dan la certidumbre de que el estado sanitario de Panamá, presenta las garantías apetecibles, Ud. hará ruta para ese último puerto, tan pronto como las veladas de lonjitud queden terminadas, i dejará Ud. al señor Favereau en Chorrillos.

Si esto no pudiera verificarse, yo completaré sus instrucciones para este último trabajo, que no puede ser emprendido, sino es ejecutado con celeridad el primero.

Creed, mi apreciado camarada, etc.

O. DE BERNARDIERES,

Jefe de la Comision.

El cable no termina en el Callao mismo, sino a cinco leguas marinas, hácia el sud-oeste, en Chorrillos, ciudad próspera en otra época, pero destruida enteramente despues de la guerra. Las cartas de recomendacion que dí al señor Favereau, le permitieron contar con el concurso amable i solícito de los funcionarios chilenos. El señor comandante militar de Chorrillos, suministró inmediatamente a mi colaborador, la guardia compuesta de algunos hombres, que yo habia hecho pedir para asegurar la seguridad del personal i del material; proporcionó obreros para las construcciones, i ofreció a la Comision un alojamiento en el cuartel, desgraciadamente mui alejado de la cabaña del cable, cercano a la cual, era necesario establecer nuestro observatorio.

Las condiciones materiales de existencia habrian sido mui difíciles en esa localidad, completamente arruinada i casi desierta, si la suerte no hubiera hecho que, entre las dos o tres casas que permanecian en pié, una de ellas fuese la propiedad de un frances, el señor Heudebert, que la preservó del incendio, gracias a la intervencion de uno de nuestros camaradas de la marina. El señor Marques de

Digitized by Google

Talné, ministro de Francia en el Perú, obtuvo fácilmente del propietario, que hospedase a mis coloboradores; i me es grato hacer notar en este momento al señor Heudebert, toda mi gratitud por el servicio que prestó a nuestra Comision.

No quiero esperar mas sin espresar mis mas sinceros agradecimientos al señor Bolton, jerente de la Compañia del *Telégrafo Trasandino*, al señor Parsoné, director del *West Coast of América Telegraph Company*, de la misma manera que a los señores Broughton i Bailey, jefes de las oficinas de Valparaiso i de Lima; en fin al señor France, director del *South and Central American Cable* en Panamá, i al señor Davies, jefe de la oficina de esta Compañia en Lima.

La línea trasandina franquea la cordillera a una altura de casi 4,000 metros, i toda la República Arjentina, del oeste al este, por medio de numerosos *renovadores* (relais) que era necesario aislar cada noche, miéntras duraban las observaciones. Las comunicaciones por medio del cable submarino no eran ménos difíciles; se sabe en efecto que, a causa de la debilidad de las corrientes que se emplean en esa clase de líneas, las comunicaciones no pueden efectuarse sino por medio de señales luminosas, producidas por los aparatos Thompson. La exactitud de esos trabajos exije mas nitidez en las señales que en la correspondencia ordinaria; por esta razon, era necesario aislar cada noche todas las partes de las líneas aéreas que se unen a la línea submarina, en las estremidades del cable, para la comunicacion con las oficinas intermedias; no habia ménos de doce de esas oficinas, en la estension de mas de mil millas marinas, que separan a Valparaiso de Panamá.

Todas las mañanas, un empleado de cada una de las oficinas, iba a la playa a deshacer el trabajo de la noche anterior, para restablecer la comunicacion con la línea principal. No es inútil agregar que ese medio de trasmision es tan delicado, que la mas pequeña partícula de polvo en el manipulador, basta para perturbar la señal enviada, de tal manera, que se hace imposible inscribirla en el cronógrafo.

Gracias a las excelentes disposiciones tomadas por los jefes de las Compañías, i por los jefes de las oficinas, i gra-

Digitized by Google

cias tambien al celo intelijente de todos los empleados, las comunicaciones telegráficas, que hacen un papel tan importante en la exactitud de las operaciones que debíamos ejecutar, marcharon con una regularidad que nosotros no osábamos esperar, a causa de las dificultades escepcionales que habia que vencer. Las raras irregularidades que se produjeron, fueron debidas a perturbaciones atmosféricas, o a accidentes ajenos a toda voluntad. Los galvanómetros nos fueron prestados por las Compañías, e instalados en nuestras cabañas meridianas.

Con el objeto de asegurar el resultado de nuestro trabajo, no hice ménos de siete séries de ecuaciones personales, en diferentes épocas, con el señor Barnaud, tanto para la inscripcion de los pasos de estrellas, como para la de las señales luminosas.

Cuando terminábamos la medida de la diferencia de lonjitud entre Santiago i Valparaiso, un trasporte de guerra chileno se aprestaba para el Callao; ganábamos así, algunos dias de travesía, i el señor Ministro de Guerra i Marina, me acordó con la mayor benevolencia, un pasaje para mi colega, que se puso en camino el 8 de enero con direccion al Perú.

El mismo dia, empecé, despues de prévios ensayos, el interesante trabajo que debia dar como resultado, relacionar directamente las costas de los dos océanos. Mi primer colaborador, el señor capitan de navío Fleuriais, apénas de regreso de la estacion de Santa Cruz de Patagonia, triste paraje; pero fructuoso por su posicion i por la importancia de los resultados obtenidos, acababa de instalarse en el observatorio de la Escuela naval de Buenos Aires. El gobierno arjentino, tuvo la benevolencia de hacer poner en comunicacion el observatorio, para el señor Fleuriais, con la línea del Estado, relacionada con el telégrafo trasandino en Villa Maria, en medio de la Pampa.

Desde el 18 habíamos sido favorecidos con tres buenas veladas bajo el punto de vista astronómico i eléctrico, siguiendo los métodos establecidos por el señor Lœwy, i siguiendo el programa que este eminente astrónomo nos

Digitized by Google

habia trazado por encargo de la Oficina de Lonjitudes. Conforme a ese programa, una noche no ha sido considerada como completa, sino despues de la observacion, tanto en Buenos Aires como en Valparaiso, de unas treinta estrellas ecuatoriales, i de dos circumpolares, con inversion del instrumento, como mínimo. Ademas, los péndulos han sido comparados jeneralmente dos veces cada noche, a fin de verificar su marcha.

Desde el 22 al 26, hice una segunda série de determinaciones bajo las mismas condiciones con el señor Beuf, nuestro sabio compatriota, que de una manera tan notable dirije la Escuela Naval de la República Arjentina. El señor Beuf estaba instalado, como el señor Fleuriais, en el observatorio de la Escuela.

Estas dos séries son enteramente independientes la una de la otra; cada una de ellas asegura completamente la operacion, i no me restaba para terminarla, sino medir mi diferencia de ecuacion personal con mis dos colaboradores del océano Atlántico.

El trabajo con Chorrillos, empezado el 20 de enero, no se terminó sino en la noche del 30, a causa de las brumas que reinan en esa época, sobre ese punto de la costa del Pacífico. Esta causa, unida a la gran pérdida de tiempo que habria ocasionado el trasporte de mis instrumentos al Perú, me decidió a operar directamente de Valparaiso a Panamá, debiéndonos servir el señor Favereau de renovador (*relai*) en Chorrillos, bajo las condiciones previstas en las instrucciones.

Miéntras que nuestro colaborador efectuaba con ese objeto especial, numerosos ejercicios prévios, valiéndose de dos juegos de aparatos de emision i de recepcion, que iban a servir para la trasmision de nuestras señales, concluia tambien una triangulacion mui completa, destinada a relacionar nuestro soporte meridiano de Chorrillos, con los principales puntos jeodésicos de Lima i el Callao. Ademas, fijaba de una manera independiente, la latitud del observatorio, por el procedimiento de Talcott.

Durante ese tiempo, el señor Barnaud se encaminaba a Panamá, a donde llegaba el 13 de febrero. Mi colega encontró la mas cordial cooperacion de parte del señor comandante Richier, ajente jeneral de la Compañía del Canal.

Digitized by Google

El paraje escojido fué el patio mismo de la Administracion del cable submarino, cerca de la orilla del mar.

Como lo esperaba, el tiempo nos fué mas favorable que en Chorrillos, i la operacion, comenzada el 16 de febrero, terminó en la noche del 20. Habíamos reunido en este corto espacio de tiempo, tres veladas completas, i, a lo ménos, en cada una, cien buenos signos luminosos recibidos en cada estacion. Era la cifra mínima que creia deber fijar en las convenciones anteriores, a fin de asegurarnos una exactitud, en cuanto fuese posible, equivalente a la obtenida por el rejistro directo, i segun el modo adoptado en las operaciones análogas, efectuadas por la Oficina de Lonjitudes, el Observatorio de Paris i el Depósito de la Guerra.

CONVENCION DE SEÑALES PARA LA DETERMINACION DE LA DIFERENCIA DE LONJITUD ENTRE VALPARAISO I PANAMA.

Chorrillos solo deberá repetir a Panamá i a Valparaiso los signos que hubiese recibido netamente.

Una série comprende siempre, como de costumbre, veinte signos enviados de Valparaiso, seguidos de veinte signos enviados de Panamá, con dos minutos i medio de intervalo entre la última señal recibida i la primera señal enviada.

En cada série de envío, los signos, alternativamente positivos i negativos, serán lanzados tan regularmente como sea posible, de diez en diez segundos, i numerados en las estaciones de 1 a 20, llevando cada número de señal de recepcion la indicacion: *bien, mal* o *no recibido.*

En Chorrillos, se tomará en cuanto sea posible la hora de cada señal que así se envíe i, en todo caso, las horas de la primera i de la vijésima señal de cada série.

A las 8^h 15^m, tiempo medio de Valparaiso, se principiará la comunicacion, i Valparaiso, que en todo caso será el que principie, señalará el estado del cielo.

El primer cambio comenzará a las 8^h 30^m i comprenderá tres séries.

El segundo cambio comenzará a las 9^h 30^m i comprenderá cuatro séries.

Es evidente que, si el primer cambio ha sido retardado, se dejará una media hora de intervalo entre las últimas comunicaciones del primer cambio, i las primeras comunicaciones del segundo.

Digitized by Google

Es necesario que el número total de signos recibidos netamente, en cada estacion, sea como mínimo, de ciento por velada, a causa de los errores que provienen de la doble trasmision.

Despues de la recepcion de la cuarta série del segundo cambio, Valparaiso señalará el estado del cielo, si ha recibido bien los cien signos; en el caso contrario, señalará *Repeat another signal*, i, habiendo sido comprendido este aviso en la otra estacion, se comenzará un número suficiente de nuevas séries, despues de las cuales se terminará por la indicacion del estado del cielo.

Panamá ejecutará entónces lo que acaba de decirse por Valparaiso, sea señalando a continuacion el estado del cielo, sea pidiendo nuevas séries.

Valparaiso i Panamá terminarán sucesivamente cada uno por *Good Night*, lo que significa que la velada se ha asegurado enteramente bajo el punto de vista de los cambios de signos.

En cuanto sea posible, envíese al siguiente dia, a la estacion del cable, un despacho que indique el resultado jeneral de la velada.

Procúrese limpiar con el mayor cuidado el manipulador ántes de principiar, i varias veces durante la velada.

Las mismas convenciones de signos telegráficos que sirvieron entre Valparaiso i Chorrillos.

O. DE BERNARDIERES,
Jefe de la Comision.

La suerte nos habia favorecido hasta el fin: el 21 de febrero, en el momento en que volvia a la oficina para telegrafiar al señor Barnaud, que consideraba terminadas nuestras operaciones, la comunicacion con el Callao i Panamá se habia interrumpido, talvez por mucho tiempo; el cable submarino acababa de cortarse! Se suponia que el accidente, que temia tanto desde el principio, se habia producido en los alrededores de la bahía de Mollendo, donde hai un gran fondo i frecuentes terremotos.

El señor Barnaud, ántes de retirarse de Panamá, ejecutó el resto del programa que le habia trazado, i que yo terminaba en el mismo momento en Valparaiso: triangulacion i determinacion de la latitud.

Digitized by Google

Resumiendo en un cuadro el conjunto de esos trabajos, se puede ver mejor su importancia.

MENSURA DE LAS DIFERENCIAS DE LONJITUD.

BUENOS AIRES.—VALPARAISO. Primera determinacion.	SEÑORES FLEURIAIS, capitan de navío. DE BERNARDIERES, teniente de navio.
BUENOS AIRES.—VALPARAISO. Segunda determinacion.	SEÑORES BEUF, director de la Escuela naval de la República Arjentina. DE BENARDIERES, teniente de navío.
VALPARAISO.—CHORRILLOS, CALLAO, LIMA.....	SEÑORES DE BERNARDIERES, teniente de navío. BARNAUD, teniente de navío. FAVEREAU, guardia-marina.
VALPARAISO.—PANAMÁ.....	SEÑORES DE BERNARDIERES, teniente navío. BARNAUD, teniente de navío. FAVEREAU, guardia-marina.
SANTIAGO.—VALPARAISO	SEÑORES DE BERNARDIERES, teniente de navío. BARNAUD, teniente de navío.
SANTIAGO.—CERRO NEGRO...	SEÑORES DE BERNARDIERES, teniente de navío. BARNAUD, teniente de navío.

Digitized by Google

La determinacion de la diferencia de lonjitud entre Santiago i Cerro Negro, tuvo por objeto asegurar la posicion del lugar en que se estableció la Comision para observar el tránsito de Venus; fué terminada el mes de noviembre de 1882; todas las otras mensuras fueron ejecutadas, como hemos podido verlo, en los últimos dias de diciembre, i durante los meses de enero i febrero de 1883.

Procuremos completar el cuadro de estos trabajos, describiendo, aunque incompletamente, algunos de los instrumentos de que se hizo uso, e indicando otros detalles de no escaso interes, que se refieren especialmente a los métodos de observacion.

Círculo meridiano portátil de Brunner.

Es un instrumento que, entre sus numerosas aplicaciones, permite determinar las *lonjitudes absolutas* i las latitudes, con una aproximacion suficiente, para todas las necesidades de la navegacion i de la hidrografía.

Se debe a las indicaciones del señor contra-almirante Mouchez, actual director del Observatorio de Paris, la construccion del primero de estos instrumentos, por el célebre fabricante Brunner.

Este círculo meridiano comprende:

El pié;

El anteojo astronómico con su círculo adjunto;

Los accesorios.

El *pié* que sirve de soporte al anteojo, se compone de un trípode de hierro fundido, provisto de tres tornillos, que a su vez reposan en ranuras de acero, colocadas en tres piezas de cobre independientes del pié. En el centro del trípode hai un agujero en el cual penetra un quicio hueco, que forma parte de una pieza horizontal provista de dos pilares verticales, con cojinetes de bronce, destinados a soportar los ejes del anteojo.

Toda esta parte superior del instrumento puede jirar en torno de un quicio vertical, i al mismo tiempo quedar fija al trípode, permitiendo colocar el eje de los quicios en el plano del vertical primario.

El *anteojo astronómico* i el *círculo limbo*, están montados sobre un eje que termina en dos quicios huecos de acero templado; uno de ellos lleva una tapa metálica, el otro una lente; son perfectamente redondos i de igual diámetro.

La lonjitud del eje de rotacion es de 30 centímetros.

Digitized by Google

El anteojo astronómico se compone de dos partes cilíndricas sólidamente fijas al eje de rotacion; sobre una de ellas se coloca el objetivo, cuya abertura libre es de 52 milímetros; la otra, termina en un cilindrito destinado a recibir el tubo porta-retículo i el micrómetro.

El anteojo tiene una distancia focal de 62 centímetros. Aumenta cincuenta i cinco veces próximamente.

El retículo, colocado en el foco comun del objetivo i del ocular, se compone de una placa con cinco hilos de araña, fijos i paralelos, llamados *hilos horarios*, cortados en ángulo recto, hácia su medianía, por un hilo único.

Esta placa puede moverse lateralmente.

Un hilo móvil, paralelo a los hilos horarios, va fijo sobre un bastidor que puede ponerse en movimiento por medio de un tornillo micrométrico. La cabeza del tornillo micrométrico, que dá movimiento al hilo móvil i a su bastidor, lleva un tambor dividido en cien partes iguales, de las cuales cada parte representa una vuelta del tornillo. Los números enteros de vueltas, se leen sobre un peine colocado en la placa que lleva los cinco hilos horarios. Cada diente equivale a una vuelta del tornillo micrométrico; i el tambor se ha fijado de tal manera que, su division cero corresponda a la raya cero del índice, cuando el hilo móvil se encuentre en uno de los huecos del peine.

En el anteojo que describimos, el peine tiene quince dientes, i el oríjen que corresponde al número de vueltas cero, queda indicado por un agujero circular practicado en el peine. De cinco en cinco dientes, el claro que separa dos dientes cercanos es mayor.

El conjunto del hilo móvil, del bastidor, del tornillo con su tambor, i del peine, lleva el nombre de micrómetro.

La placa que lleva los hilos fijos, lo mismo que el bastidor con el hilo móvil, están colocados al abrigo del polvo en una caja paralelipípeda. Las caras anterior i posterior de esta caja están provistas de aberturas circulares que se corresponden.

Sobre la cara de la caja, del lado del observador, resbala un carro que se puede mover lateralmente por medio de un tornillo; lleva el tubo ocular, i sirve para colocar sucesivamente el centro del ocular delante de cada uno de los hilos.

Sobre el ocular se puede fijar o el prisma de observacion o el prisma de nadir.

Se obtiene la iluminacion del campo del anteojo, por medio de una lámpara, cuya llama queda a la altura i enfrente del quicio provisto de la lente, destinada a concentrar la luz en la direccion del eje. Los rayos luminosos llegan hasta el tubo del anteojo, allí encuentran los bordes de un reflector metálico con una inclinacion de 45°, i son arrojados hácia el retículo. El reflector metálico lleva un agujero central.

Sobre la estremidad del eje que termina en el quicio de la lente, está fijo el círculo limbo, que sirve para las fijaciones. Frotando suavemente con el anterior, va un círculo alidada provisto de dos núñez, por medio de los cuales se puede leer treinta segundos de arco en los antiguos instrumentos, i diez segundos en los nuevos.

Digitized by Google

El anteojo en su movimiento de rotacion al rededor del eje de los quicios, arrastra necesariamente al círculo limbo, miéntras que el círculo alidada queda inmovilizado por una pieza especial. Lleva los tornillos necesarios para hacer coincidir el cero del núñez con las divisiones 0° i 180° del círculo limbo, cuando el eje del anteojo está horizontal.

Las alturas de los astros sobre el horizonte se leen directamente, o por su suplemento.

La division del limbo que corresponde al cero del núñez, cuando el astro coincide con el hilo horizontal del anteojo, se llama la fijacion *(le calage)* de este astro.

El círculo alidada lleva un nivelito con burbuja de aire, colocado perpendicularmente a la pieza que hace de tope; sirve para indicar a cada instante los mas leves cambios de ese círculo.

El anteojo puede invertirse sobre sus quicios, es decir, se puede colocar sobre el cojinete Oeste, el quicio que reposaba sobre el cojinete Este, i recíprocamente.

Los *accesorios* que acompañan jeneralmente al círculo meridiano portátil, son los siguientes:

Un prisma de refleccion total, fijo en el ocular por medio de un tornillo, que dirije los rayos perpendicularmente a la direccion del eje óptico del anteojo. Permite observar con facilidad, sea cual fuere la altura del astro. Las imájenes invertidas completamente por el anteojo, son enderezadas por el prisma en el sentido vertical, pero quedan invertidas en el sentido horizontal.

Dos vidrios coloreados de intensidad diferente, destinados a ser colocados sobre el prisma, cuando se observa el paso del Sol.

Un ocular nadiral o prisma nadiral que sirve, con un baño de mercurio que se coloca debajo del agujero central del pié del anteojo, para correjir la fijacion del círculo en las dos posiciones, i para terminar la colimacion nadiral i, si es necesario, la inclinacion del eje de rotacion.

Un gran nivel con burbuja de aire, graduado de una estremidad a la otra, desde 0 a 80, sirve para colocar horizontalmente el eje al rededor del cual jira el anteojo.

Con una lámpara provista de reflector, se ilumina el retículo al traves del quicio hueco, teniendo cuidado de colocarla suficientemente alejada del instrumento, con el objeto de que el calor que emite, no produzca dilataciones sensibles en las diversas partes del aparato.

A lo anterior, agréguese una lamparita de mano, llaves, destornilladores, i el auxiliar indispensable de todo círculo meridiano, es decir, un péndulo o un cronómetro. Es preferible servirse de un cronómetro sideral, porque evita las reducciones que exijiría un cronómetro de tiempo medio. Los mas cómodos son los cronómetros que baten el medio segundo.

Digitized by Google

Aparatos electro-magnéticos.

Los de que se hizo uso se deben al señor Lœwy, que los ha hecho arreglar sobre dos tableros rectángulares de madera, representados en las PL. I i PL. II.

Aparatos que sirven para el cambio de señales.

La PL. I, representa los aparatos especiales relativos a la lonjitud; se refiere a:

1º Un cronógrafo;
2º Un renovador (relais) de traslacion;
3º Un reóstata;
4º Un galvanómetro;
5º Conductores metálicos i conmutadores para establecer las comunicaciones necesarias entre los diversos órganos precedentes.

El polo positivo de las baterías está puesto en relacion con los instrumentos, i el polo negativo con la tierra.

El cronógrafo es del sistema Hipp, lijeramente modificado por Breguet. El mecanismo de relojería, cuyo isocronismo se obtiene por medio de las vibraciones de una lámina delgada, arrastra una hoja de papel que se desarrolla como en el receptor Morse, con un movimiento uniforme, i con una velocidad de 0^m, 01 por segundo, próximamente. Sobre esta cinta de papel apoyan las puntas de dos plumas metálicas, fijas en las estremidades de dos palanquitas articuladas, mui livianas, i que pueden moverse perpendicularmente a la cinta.

Cuando las palancas permanecen en reposo, las plumas enbebidas de una tinta mui flúida, trazan sobre la cinta rayas paralelas, a una distancia de 0^m, 004 próximamente; si una de las palancas cambia de posicion, su pluma es arrastrada, i traza una raya lateral interior.

Los movimientos de las palancas son producidos por la atraccion de dos electro-imanes, i por resortes antagonistas. Una de las plumas traza todos los batimientos del péndulo sideral; la otra traza, a voluntad del observador, las señales, ya sea para la inscripcion de los pasos de las estrellas por los hilos del anteojo, o ya para la comparacion de los péndulos. La comparacion de esas señales se hace, como hemos dicho ya, empleando escalas trazadas sobre láminas de vidrio.

Los movimientos de las palancas se producen por el paso de corrientes locales en los electro-imanes, que pueden ser consideradas

Digitized by Google

como constantes o, por lo ménos, que varian de una manera mui lenta i contínua durante el curso de una velada. Se jeneran esas corrientes, por medio de dos baterías compuestas de elementos Callaud.

Una de ellas, llamada *batería del péndulo*, emite una corriente que en jeneral, sigue un trayecto que comprende las bobinas. En este caso, la armadura de la palanca correspondiente, permanece atraida; pero, si la corriente encuentra un camino que presente una resistencia menor, la atraccion cesa, la palanca antagonista obra, i la pluma traza su raya lateral. Esta circunstancia se produce cada segundo, de la manera siguiente. En la parte superior del balancin del péndulo hai fijo, traversalmente, un atravesaño metálico que lleva en cada una de sus estremidades tres puntitas que levantan suavemente, cuando concluye cada oscilacion, tres hojas de aluminio, colocadas horizontalmente a cada lado del péndulo. Esas hojas están fijas en un marco de cobre, aislado del péndulo por una hoja de ebonita, i quedan sostenidas por medio de tornillos fijos en el marco, i que sirven para reglar la posicion de cada una de ellas; de suerte que los contactos de las tres hojas i de las tres puntas del atravesaño del balancin, sean simultáneas. El marco está provisto de un tornillo que tiene por objeto levantarlo o bajarlo, con el fin de poder arreglar la duracion de los contactos. Con un hilo conductor se pone en comunicacion, haciendo uso del tercer tornillo de la izquierda μ, el marco, i, por consiguiente, las hojas metálicas con los aparatos electro-magnéticos, que representamos en la lámina adjunta.

El péndulo i las puntas se ponen en relacion con la tierra. Cada contacto de las puntas con las hojas cierra, durante $\frac{1}{8}$ de segundo próximamente, el circuito por medio del cual la corriente va a la tierra. La pluma del electro-iman puede trazar de esta manera todos los batimientos del péndulo, o solamente uno de cada dos, segun que se haga pasar la corriente, por las hojas de la derecha i de la izquierda, o por un lado solamente.

El comienzo de un segundo corresponde a la ruptura de la raya mayor.

El aparato interruptor, del cual hemos procurado dar una idea imperfecta, puesto que no disponemos de una figura especial, se debe al señor Breguet. El principio en que reposa su construccion ofrece sérias garantías. En efecto, como el contacto se produce simultáneamente por medio de tres hojas diferentes, arreglada cada una de ellas por medio de un tornillo especial, queda asegurado el paso de la corriente, aun cuando una o dos de las hojas, o de las puntas del atravesaño del balancin, estuviesen aisladas por una causa cualquiera.

La limpiadura, por otra parte, es de las mas sencillas, puesto que basta para limpiar una hoja, levantarla sin que sea necesario tocar las otras o detener el balancin.

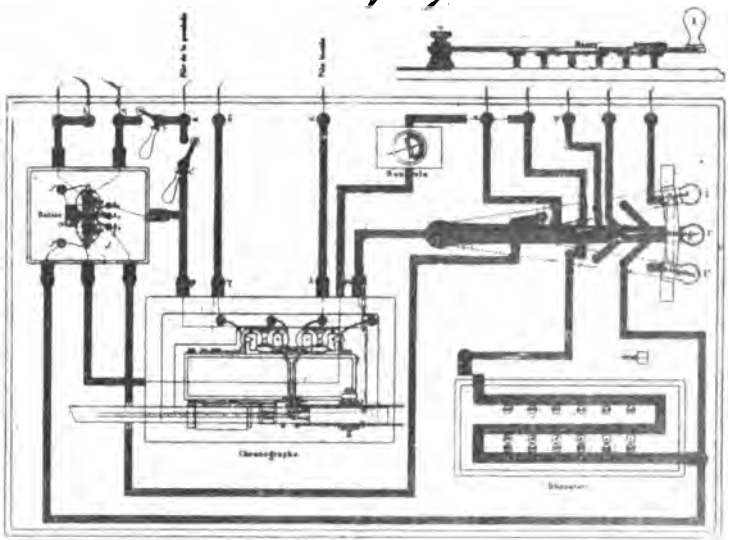
Lo que precede supone que los interruptores l i l' establecen las comunicaciones. Indicaremos dentro de poco el papel especial del interruptor l'.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Ensemble des appareils électro-magnétiques
servant à l'échange des signaux



Digitized by Google

Digitized by Google

La segunda pila, *pila local*, emite una corriente que, recorriendo las otras bobinas i comunicando con la tierra, atrae a su vez la armadura de su palanca.

En resúmen, puede decirse que los aparatos están relacionados de tal manera, que la pluma de segundos queda en reposo cuando su corriente pasa, miéntras que la pluma de señales queda en reposo cuando su corriente no pasa.

El resto del trayecto de la corriente local, se efectua de diversas maneras, segun que se quieran rejistrar las observaciones hechas en la misma estacion, que se trasmitan señales a otra estacion, o bien que se reciban. En esos tres casos, una gran palanca v I que sirve de conmutador, i que puede jirar al rededor del punto v, debe ser colocada en las posiciones respectivas *I*, *I'* e *I''*.

Este conmutador lleva seis botones con resortes, el primero de los cuales comunica con la masa metálica que termina en el quicio v.

En cada posicion, cinco de los botones apoyan contra otros botones incrustados en la mesa, i a los cuales concurren las diversas hojas metálicas de comunicacion.

Tres de estos últimos botones están relacionados cada uno a una de las estremidades de dos hilos metálicos flexibles, denominados *hilos de contacto*, aislados uno de otro i enrollados en un mismo cordon. Las otras dos estremidades se encuentran al alcance de la mano del observador, que puede ponerlas en contacto comprimiendo un boton.

La corriente de una tercera pila denominada *gran pila* llega por el boton *ñ*.

El relais Siemens, hace un doble papel: 1º en el caso en que se comunica con la estacion opuesta, cierra o rompe el circuito que conduce a la tierra la corriente de la pila local; 2º en los tres casos, cierra o abre a voluntad el circuito de la pila del péndulo.

No entraremos en los detalles de la construccion de este relais, aparato descrito en las obras especiales de telegrafía eléctrica.

En los aparatos cuya disposicion describimos, el hierro dulce del electro-iman comunica con la pila del péndulo.

El hilo de las bobinas del relais puede dar paso, ya sea a la corriente de la pila local, ya a una de las corrientes de la línea principal, quedando el galvanómetro en el circuito.

Aunque con las indicaciones anteriores, i teniendo a la vista el cróquis adjunto, se puede formar una idea de estos aparatos, indicaremos para mayor claridad, i atendiendo a lo diminuto de la figura, cómo funcionan en los tres casos en que deben emplearse.

Inscripcion de las observaciones locales.—Colocado el gran conmutador en la posicion I, *local*, i cerrado el circuito de contacto por la presion que el observador ejerce sobre el boton, la corriente de la pila local, siguiendo el camino indicado en la figura, se bifurca, yendo una parte a la tierra despues de haber pasado por el reóstata, miéntras que la otra porcion pasa por el galvanómetro, atraviesa las bobinas del relais i, finalmente, va tambien a la tierra. En este caso, la pluma de señales es atraida e inscribe una señal que dura miéntras el operador mantiene el circuito cerrado.

Digitized by Google

Rejistro de las señales enviadas a la estacion esterior.—Colocado el gran conmutador en I', *esterior*, i reunidos los dos hilos de contacto, la corriente de la pila principal pasa por las diversas comunicaciones, se bifurca; una porcion atraviesa el reóstata; la otra va al relais, pasando por el galvanómetro, se reune en seguida con la primera parte de la corriente, i desde allí, la onda eléctrica se propaga por la línea principal.

Al atravesar las bobinas del relais, la corriente de la línea ha producido la oscilacion de la palanca del relais, la que, cerrando el circuito, deja pasar la corriente de la pila local i hace mover la pluma de señales.

Inscripcion de las señales recibidas de la estacion esterior.—Colocado el gran conmutador en I", *recepcion*, la corriente que viene de la línea, pasa al aparato i tambien se bifurca. Una porcion va a la tierra atravesando el reóstata; el resto de la corriente atraviesa el galvanómetro, i las bobinas del relais para ir tambien a la tierra. Al atravesar las bobinas del relais, cierra, como en el precedente caso, el circuito de la pila local que pone en movimiento la pluma de señales.

Para que el conjunto de esas operaciones sea correcto, es necesario i basta, que las diversas corrientes que atraviesan las bobinas del relais Siemens, tengan todas la misma intensidad.

Esta precaucion es capital. Por otra parte, es fácil realizar esa condicion, valiéndose de un reóstata, cuya resistencia pueda variar a voluntad.

Sabiendo poco mas o ménos cuál es la desviacion D, que se produce en la aguja del galvanómetro por la corriente total que llega de la estacion esterior, se puede interponer una resistencia suficiente para que, desde el comienzo de las observaciones, la desviacion D' del galvanómetro, sea un poco menor que D, i se mantiene esta desviacion D' constante hasta el fin de la velada.

Es cierto que la accion de la pila local sobre el electro-iman, no se ejerce de la misma manera en todas las circunstancias: en el caso del trabajo en estacion, la corriente emitida por esta pila empieza por obrar desde que el circuito de los contactos está cerrado, i ademas de atravesar la bobina de las plumas atraviesa las del relais; miéntras que en el caso de las señales con la estacion esterior, ya sea enviando o ya sea recibiendo, la corriente de la pila local no empieza a obrar sobre las bobinas de la pluma, sino cuando ya no recorre las del relais.

Pero de eso no resulta ninguna falta de exactitud si, en cada caso, se posee un medio de comparar, como ya hemos dicho, el cambio de lugar de las plumas de señales con un cambio de lugar de la pluma de segundos, producido automáticamente de una manera invariable. En otros términos, se puede determinar separadamente la paralaje de las plumas, cuando se hace uso de la corriente de la pila local, i la paralaje de las plumas para el cambio de las señales.

Paralaje de las plumas.—Se interrumpe el conductor $\alpha\beta$ haciendo jirar la manecilla l'; entónces la corriente del péndulo va a la tierra; pero la palanca es atraida, la corriente deja de pasar, i bajo la accion de los resortes antagonistas, la pluma de segundos traza una señal.

Digitized by Google

Esta atraccion se produce siempre que una corriente atraviesa las bobinas del relais, i, como atraviesa tambien las bobinas correspondientes de las plumas de señales, determina en ellas una oscilacion, de tal manera, que se produce una doble inscripcion de una misma señal por las dos plumas: la diferencia de esas dos señales simultáneas, es lo que llamamos paralaje de las plumas. Ahora bien, como todas las corrientes que pasan por el relais Siemens, se igualan con precision, la oscilacion de la pluma de segundos se produce siempre en las mismas condiciones.

Durante las observaciones, se debe tener cuidado de repetir frecuentemente la medida de la paralaje de las plumas, por la doble inscripcion de una decena de contactos. De la misma manera, al cambiar las señales, se debe inscribir doblemente una decena de ellas, para cada série, lo que dará el valor de la paralaje que convenga especialmente a esa série.

El empleo de estos aparatos electro-manégticos, presenta tantas seguridades, que la precision del resultado final que se encuentre para la lonjitud, depende únicamente del grado de precision de las observaciones astronómicas, i de la marcha de los péndulos.

Aparatos de trasmision eléctrica.

El conjunto de los órganos instalados en el segundo tablero, Pl. II, sirve para efectuar la trasmision eléctrica entre las dos estaciones.

Para que las diferentes operaciones puedan ser ejecutadas con rapidez i seguridad, es necesario satisfacer a las condiciones siguientes:

1º Es menester poder hablar a la estacion conjugada i recibir las contestaciones.

2º Es necesario poder comunicar con la oficina telegráfica central mas cercana, ya sea para pedir que se deje espedita la línea, o para indicar las perturbaciones que pueden surjir en la línea esterior durante la velada.

3º Es necesario poder ser informado instantáneamente de las comunicaciones que emanen, ya sea de la oficina central, local, o ya de la estacion esterior.

4º Es necesario que las diversas comunicaciones eléctricas puedan establecerse, sin que para ello sea necesario interrumpir la inscripcion de las operaciones astronómicas.

Se obtiene todo esto, adoptando la disposicion que pasamos a describir.

La Pl. II contiene:

1º Un aparato de Morse ordinario, con galvanómetro.

2º Una campanilla de doble llamada.

3º Dos pararayos.

4º Conductores metálicos i conmutadores, destinados a poner en comunicacion o aislar las diversas piezas precedentes.

Digitized by Google

Tres baterías están relacionadas con el tablero: la pila de la línea esterior, *pila principal*, sirve para el cambio de señales.

La pila de la oficina local, o *pilita*; i la pila de la campanilla.

El tablero está en comunicacion con la línea esterior, con la línea local, con la tierra i con los pararayos, para el caso de una descarga eléctrica.

Un gran conmutador, análogo al que hemos descrito anteriormente, puede ser colocado en tres posiciones que correspondan respectivamente a muescas de una guia circular que lleva las tres palabras *esterior*, *local* i *espera (étranger, local, attente)*.

La cara inferior de este conmutador, lleva siete botones provistos de resortes, de los cuales solamente uno de ellos, está en relacion con el eje del conmutador. Los otros están aislados de la masa metálica, pero comunican entre sí de dos a dos. Los botones del conmutador comprimen, segun los diferentes casos, tres séries de otros botones fijos al tablero, i establecen de esta manera, las comunicaciones, con los diferentes conductores metálicos.

Veamos, ahora, cómo se pueden realizar con estos aparatos, las condiciones enunciadas anteriormente.

Correspondencia con la estacion conjugada.—Si se quiere enviar o recibir, es necesario colocar el gran conmutador sobre *esterior*, i establecer el circuito, valiéndose del pequeño conmutador representado en la figura.

Supongamos primero que se quiera hablar:

La corriente de la pila principal llegará al manipulador Morse, pasará a la brújula, atravesará la masa, saldrá del tablero por el pararayo, para llegar a la línea esterior.

En el caso de la recepcion, la corriente de la línea esterior llegará al pararayo, pasará por la brújula al receptor Morse, i de ahí a la tierra.

Correspondencia con la oficina local.—Debe colocarse en este caso, el gran conmutador en la posicion *local*.

Admitamos que se trate de trasmitir:

La corriente de la pilita penetrará al tablero, será enviada por el manipulador a la brújula, pasará por la masa, atravesará el pararayo de la izquierda para ganar en seguida la línea local.

Si se recibe una comunicacion de la oficina local, la corriente atravesará el pararayo, llegará a la brúbula i al receptor, yendo en seguida a la tierra.

No nos queda ya sino examinar, cómo funcionaria la campanilla para advertirnos una llamada que provenga de la estacion conjugada, o de la oficina local.

Siempre que no se comunica, el conmutador debe estar colocado en *espera*.

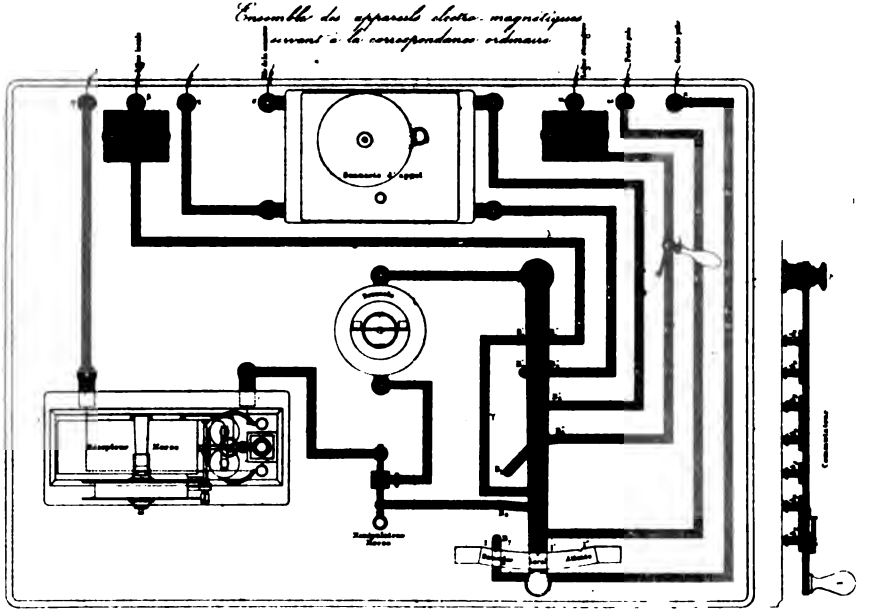
Supongamos una llamada del esterior.

La corriente que emana de la línea esterior, pasará por la campanilla i hará caer el disco de la derecha.

La caida de ese disco vendrá a establecer el circuito de la pilita, que hará mover el martillo de la campanilla, indicando así que la estacion conjugada pide comunicar. La corriente que ha pasado por la campanilla seguirá a la tierra.

Digitized by Google

Ensemble des appareils électro-magnétiques servant à la correspondance ordinaire



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

En el caso de una llamada de la oficina local, la corriente llegará a la campanilla de doble llamada, i la pondrá en actividad, haciendo caer el disco de la izquierda. De esta manera queda advertido el empleado, del llamado que se hace desde la oficina local. La inspeccion de la figura hace ver fácilmente, que cuando la palanca conmutador se encuentra en la posicion *local*, la línea esterior queda en comunicacion con la campanilla de la estacion dada, i, recíprocamente, cuando la palanca se encuentre en la posicion *esterior*, la línea local quedará en relacion con la campanilla. Por consiguiente, siempre se estará prevenido de un llamado cuyo oríjen sea la una o la otra de las dos líneas.

Queda, por fin, indicar como debe aislarse la línea esterior del aparato Morse, durante el cambio de señales efectuadas por medio del cronógrafo.

Para llegar a ese resultado, basta romper el circuito de la línea esterior, valiéndose del pequeño conmutador. Por otra parte, las garantías de seguridad quedan aseguradas por medio de los pararayos, interpuestos en el circuito de las dos corrientes esteriores. En caso de una descarga eléctrica, el papel aislador embebido de parafina, se hiende, estableciéndose la comunicacion entre el hilo de la línea en la cual estalló la descarga, i los hilos de tierra que presentan a la corriente un camino espedito, de manera que todo peligro sério desaparezca.

Este conjunto de aparatos realiza, pues, completamente, las condiciones enunciadas mas arriba, i constituye con el anterior un conjunto de aparatos electro-magnéticos, cuyo funcionamiento es de los mas satisfactorios, tanto bajo el punto de vista de la comodidad, como por la gran precision de las operaciones.

Operaciones eléctricas.—Cambio de señales.

Los péndulos fueron comparados entre sí por medio de séries de señales enviadas alternativamente de cada estacion, e inscritas a la vez, de una manera automática, en los cronógrafos de las dos estaciones. Por ejemplo, toda señal dada en Valparaiso, se encontraba repetida en Buenos Aires e inversamente.

Las señales así inscritas en las cintas de los cronógrafos, no pueden ser empleadas en la comparacion tal cual las muestra la primera impresion; están afectadas de pequeños errores que provienen de causas diversas, i en los cuales es necesario fijarse con atencion; tales son: el retardo que se debe a que los núcleos de fierro dulce de los electro-imanes no sean perfectamente dulces, las pérdidas de tiempo ocasionadas por la pereza de los diversos órganos mecánicos de los aparatos, la separacion relativa de las puntas de las plumas, etc., en fin, el tiempo que demora en trasmitirse la corriente.

Dejando a un lado esta última causa, se toman en cuenta todas las otras, que se pueden confundir bajo la denominacion jeneral

Digitized by Google

de *inercia de las piezas*. Como lo hemos indicado ya, todos los errores que puedan cometerse debidos a esta causa jeneral, se encuentran comprendidos en la correccion que hemos llamado *paralaje de las plumas*, elemento que puede determinarse a cada instante, con una gran facilidad, gracias a la doble funcion que desempeña el relais Siemens; puesto que basta mover el interruptor para que la corriente que obra sobre la pluma de señales, produzca en el acto la oscilacion de la pluma de segundos. Se ha visto, ademas, que la condicion necesaria i que basta, para determinar racionalmente la paralaje, es que las corrientes que deben pasar por el hilo de las bobinas del relais, posean todas, i conserven la misma intensidad durante la velada. Solo la paralaje de que se hace uso en la inscripcion local, puede diferir de las que convienen en la inscripcion de las señales cambiadas con la estacion esterior.

Se obtiene la constancia en las corrientes, por medio del reóstata, i se la verifica por medio del galvanómetro. Con este objeto se determina, desde el principio de la velada, como ya lo hemos dicho, la intensidad de la corriente que proviene de la línea esterior. Esa corriente que esperimenta un gran debilitamiento durante su largo trayecto, es evidentemente la mas débil de las que hacen funcionar sucesivamente los electro-imanes. Esta intensidad mínima, pero que basta para producir todas las señales, sirve de base para encontrar cuál es la resistencia que debe introducirse en el reóstata, con el objeto de inscribir localmentente las observaciones ejecutadas ántes del cambio de señales. La desviacion correspondiente a esta intensidad, debe mantenerse invariable durante toda la velada, modificando de tiempo en tiempo, si es necesario, las resistencias, por medio del reóstata; se conviene en llamarla *desviacion normal* de la velada. Esta desviacion normal varia mui poco de un dia a otro; pero necesariamente cambia en cada estacion, a causa de las diferencias que existen en las baterías de las líneas principales. Las lijeras modificaciones que es necesario introducir en las resistencias, para obtener de un dia a otro una misma resistencia, son debidas a las pequeñas desigualdades que se producen en las baterías por el renovamiento del sulfato, i sobre todo, por causas atmosféricas, cuya influencia es mui apreciable en la intensidad de una corriente que se propaga a traves de una línea aérea de gran estension.

Durante todo el curso de las operaciones ejecutadas por la Comision francesa, la medida de la paralaje se repitió frecuentemente, en particular en el momento de renovar la tinta en las plumas, i cuando se efectuaban cambios de señales; señales que se hacian a intérvalos iguales i entre los batimientos de segundo de la estacion esterior. Se tenia cuidado tambien, de inscribir doblemente con las dos plumas, un cierto número de ellas, tanto para el envío como para la recepcion; de esta manera se obtenia la verdadera paralaje correspondiente a cada série.

En cuanto al retardo S de la trasmision eléctrica en la línea, se sabe que depende a la vez del estado de aislamiento de los conductores, i de la intensidad de las corrientes. Ahora bien, siendo sensiblemente idénticas las pilas empleadas en las dos estaciones, se conviene en admitir que el elemento S conserva el mismo valor, en

Digitized by Google

las dos séries de la trasmision; i ademas, siendo simétricamente ejecutadas las señales de una estacion con respecto a las de la otra, se puede no tomar en consideracion la variabilidad de las corrientes si se admite que, durante el tiempo mui corto de los cambios, sus intensidades no esperimentan bruscamente una variacion considerable.

Convenciones relativas al cambio de señales.

Aunque ya hemos dado una idea de cómo se ejecutan estos cambios de señales, al hablar de la determinacion de lonjitud entre Valparaiso i Panamá; sin embargo, creemos conveniente para completar el cuadro de estos trabajos, consignar las convenciones que se establecieron i fueron aplicadas de una manera jeneral en las observaciones de dos estaciones conjugadas. Esas convenciones evitaron toda confusion i pérdida de tiempo. Demos como tipo Valparaiso—Buenos Aires, por ejemplo.

Al empezar la velada, se arreglaban en cada estacion, como se ha indicado, la desviacion normal i la resistencia, para la inscripcion local.

Antes de empezar, i al terminar cada cambio de señales, se hacia en las dos estaciones una señal de tiempo i una paralaje local.

Primer cambio de señales, una hora despues del paso por el meridiano de Buenos Aires de 8 914 *Octant.*

Buenos Aires a Valparaiso.—¿Está Ud. listo?

Valparaiso a Buenos Aires.—Estoi listo.... o espere *tantos minutos.*

Buenos Aires a Valparaiso.—Empiezo o Bien.

Buenos Aires a Valparaiso.—Corriente contínua de 2^m. Buenos Aires arregla la resistencia necesaria para obtener la desviacion normal en la posicion *Envío.* Valparaiso determina la resistencia necesaria para obtener su desviacion normal en la posicion *Recepcion.* Buenos Aires termina el envío de su corriente por cinco señales que coinciden exactamente con el batimiento de su péndulo. Esas señales guian al observatorio de Valparaiso cuando ejecuta la paralaje de Buenos Aires.

1^m de intervalo—Una señal de tiempo en cada estacion.

Valparaiso a Buenos Aires.—Corriente contínua de 2^m i cinco señales que coinciden con el batimiento del péndulo de Valparaiso. Esta estacion ejecuta exactamente lo que acaba de hacer Buenos Aires i recíprocamente.

1^m de intervalo—Una señal de tiempo en cada estacion.

Valparaiso a Buenos Aires.—Veinte señales durante las cuales Valparaiso hace su paralaje.—Veinte señales mui cortas destinadas a hacer la paralaje de Buenos Aires, i enviadas de manera que se eviten las coincidencias con el péndulo de esta estacion.

1^m de intervalo—Una señal de tiempo en cada estacion.

Buenos Aires a Valparaiso.—Veinte señales durante las cuales Buenos Aires hace su paralaje local. Veinte señales mui cortas des-

Digitized by Google

tinadas a hacer la paralaje de Valparaiso i enviadas de manera que se eviten las coincidencias con el péndulo de esta estacion.

30ˢ de intervalo—Una señal de tiempo en cada estacion.

Buenos Aires a Valparaiso.—Veinte señales como en el primer envío de Buenos Aires a Valparaiso.

1ᵐ de intervalo—Una señal de tiempo.

Valparaiso a Buenos Aires.—Veinte señales como en el primer envío de Valparaiso a Buenos Aires.

1ᵐ de intervalo—Señal de tiempo i paralaje local en cada estacion.

Buenos Aires a Valparaiso.—Todo se ha recibido bien.... o repita tales señales.

Valparaiso a Buenos Aires.—Todo se ha recibido bien.... o repita tales señales.

Valparaiso a Buenos Aires.—Buen o mal tiempo. Tantas estrellas horarias. Tantas polares.

Buenos Aires a Valparaiso.—Buen o mal tiempo. Tantas estrellas horarias. Tantas polares.

El segundo cambio de señales se efectúa de una manera idéntica al primero. El momento en que debe tener lugar, depende de las circunstancias de las observaciones de las dos estaciones conjugadas.

Datos astronómicos.

Reduccion de las observaciones.

Las estrellas que sirvieron para la determinacion de la hora fueron escojidas en el Conocimiento de los Tiempos, en el Catálogo de Estrellas de culminacion lunar i de Lonjitud del señor Lœvy, en el Nautical Almanach, i en Berlin Astronomiches Jahrbuch.

Las ascensiones rectas empleadas fueron de un alto grado de precision; por esta razon los astrónomos franceses no se vieron obligados a observar las mismas estrellas en las dos estaciones.

El programa de observacion, convenido de antemano i jeneral para las diversas estaciones, comprendia los principales puntos siguientes.

Efectuar numerosas inversiones sobre las circumpolares; observar cuanto fuera posible un mismo número de estrellas en las dos posiciones del anteojo; determinar el azimut por medio de las mismas estrellas circumpolares.

Digitized by Google

Al empezar cada velada, se hacian la lectura del nivel i de la mira, visando esta última diez veces, a lo ménos, con el hilo móvil; i, teniendo la precaucion de colocar el nivel varias veces sobre el eje, con inversion, se observaban en seguida doce o quince estrellas horarias. Durante los intervalos favorables de la série, se leia el nivel i se visaba la mira para tomar en cuenta las variaciones de declinacion i de azimut. Si la inversion tenia lugar en el momento en que una circumpolar se encontrase en el meridiano, lo que de ordinario acontecia, se efectuaban las operaciones como sigue:

Diez visadas a la mira, diez al colimador o a la segunda mira, i nivelacion.

De quince a veinticinco coincidencias del hilo móvil en la circumpolar.

Inversion del círculo.

De quince a veinticinco coincidencias del hilo móvil con la circumpolar en la nueva posicion del instrumento.

Diez visadas a la mira, diez al colimador o a la segunda mira, i nivelacion.

La segunda série i la siguiente, se efectuaban como la primera.

El número de las circumpolares del catálogo de la Comision francesa, les permitió casi siempre seguir el plan indicado; ademas, se pudo efectuar con bastante frecuencia, una veintena de coincidencias sobre una circumpolar que pasase por el meridiano hácia la medianía de una série.

Se daba como completa una velada, cuando comprendia *a lo ménos* dos séries ejecutadas en dos posiciones del círculo, o lo que es lo mismo, treinta estrellas horarias próximamente.

Todos los dias se determinaba por medio de coincidencias del hilo móvil con cada uno de los hilos fijos, la distancia de los hilos fijos al hilo medio ideal, i la posicion de ese hilo ideal.

La reduccion de todas las observaciones se efectuaba empleando las fórmulas de Bessel.

Empleo de las miras meridianas.

Una mira meridiana no sirve solamente para la determinacion de la colimacion física del anteojo, efectuada por medio de coincidencias del cruzamiento de sus hilos con el hilo móvil, ántes i despues de la inversion del instrumento; puede tambien indicar a cada instante, los cambios sobrevenidos en el azimut del anteojo, con la misma facilidad que se obtienen los cambios de inclinacion por medio de un nivel.

Permite tambien, encontrar el *azimut del anteojo*, en un momento dado, cuando se conoce el *azimut de la mira*, es decir, el ángulo formado por el plano del meridiano i por el plano vertical que pasa por el centro óptico del objetivo de la mira, i el cruzamiento de los hilos de la mira.

El empleo de dos miras meridianas, colocadas la una hácia el Norte, la otra hácia el Sur, permite obtener en el acto la direccion de

Digitized by Google

la línea perpendicular al eje de rotacion que pasa por el centro del anteojo. El valor que se obtiene de esta manera, combinando las lecturas de las coincidencias ejecutadas con las dos miras, ántes i despues de la inversion, es independiente de toda desviacion que pueda esperimentar el eje de rotacion durante la inversion. Se tiene así, por consiguiente, el *verdadero* valor de la colimacion.

Cuando no se puede disponer de una segunda mira, o de un paraje apropiado para colocarla, se hace uso de un *colimador* de corta distancia focal. Fué de esta manera como procedió la Comision francesa en el Observatorio de Santiago, en Valparaiso i en Chorrillos.

OBSERVACIONES DE FÍSICA TERRESTRE.

Los progresos de la meteorolojía han sido i continúan siendo lentos, a pesar de que siempre los hombres se han preocupado con ardor de investigar las leyes a que obedecen los meteoros celestes, convencidos de que su exacto conocimiento, tiene una importancia capital en nuestra prosperidad, en nuestra salud i en nuestros goces.

Pero, la razon de esto es óbvia.—Viviendo en el fondo del océano atmosférico, cuyas estratas superiores nos son inaccesibles; de tal manera que solo conocemos esa porcion de la atmósfera por conjeturas, en realidad no tenemos noticia alguna de los fenómenos que ocurren fuera del nivel de la estrata que habitamos. En segundo lugar, como las observaciones que nos es dado hacer sobre el estado físico del aire, dependen no solo de los accidentes locales, como son las altitudes, contornos, declives del suelo, sino tambien del carácter peculiar de la rejion en que se observa, nos hallamos en presencia de variaciones que cambian profundamente, i a pequeñas distancias, las condiciones meteorolójicas.

Bajo este punto de vista, la meteorolojía presenta un gran contraste con la astronomía, la reconocida reina de las ciencias exactas.

Los objetos de observacion i los estudios que persiguen los astrónomos, distan tanto de nuestro planeta, que real-

Digitized by Google

mente carece de gran importancia bajo un punto de vista jeneral, el hecho de que un observatorio esté situado en Paris, en Lóndres o en Santiago. Bajo un cielo puro, el astrónomo no encontrará otra valla que limite sus observaciones, si no el horizonte de su estacion, i el poder de su telescopio.

Pero, en meteorolojía acontece algo esencialmente distinto. Los fenómenos no son los mismos en dos puntos diferentes de observacion, aunque estén mui cercanos. La temperatura del aire, su velocidad, por ejemplo, difieren sensiblemente de un punto a otro. Abandonemos por un momento el centro de nuestra capital i trasportémonos al Parque, i veremos en toda época confirmado este hecho.

De aquí la necesidad, si queremos formarnos una idea exacta de las condiciones climatolójicas de una localidad, de cubrirla de observatorios meteorolójicos independientes, en los cuales se anoten los fenómenos locales que manifieste la diminuta porcion de la atmósfera que esté en contacto con los instrumentos.

Sin embargo, de los diversos problemas que puede abordar la meteorolojía, no es por cierto el mas árduo, llegar a conocer con precision el clima de una localidad, o de una rejion; hai otras cuestiones de un carácter mucho mas complejo.—Efectivamente, como llegar a la prevision del tiempo, por ejemplo, objetivo primordial de la meteorolojía, sin conocer las leyes a que obedecen los diversos fenómenos que la ciencia caracteriza con las denominaciones de meteoros acuosos, eléctricos, magnéticos, etc. ¿I cómo llegar al conocimiento de esas leyes, colocados, como nos encontramos, en tan mediocres condiciones de observacion?—Sea cual fuere el número de observatorios que establezcamos en los continentes, siempre nos encontraremos en presencia de las inmensas estensiones que abarcan los mares, desde donde con grandes dificultades se podrán efectuar observaciones sistemadas, que puedan servir de base segura a la meteorolojía.

Sin embargo, la ciencia no se detiene por las dificultades; mas bien éstas aumentan el ardor de infatigables observadores, cuyos trabajos han producido ya ópimos frutos.

Los estudios meteorolójicos, perseguidos con ardor en un sin número de parajes, han dado a conocer sus peculiari-

Digitized by Google

dades climatolójicas; i de ese conocimiento ha aprovechado la agricultura i las industrias que de ella derivan.

Hace treinta años, Maury, reuniendo los datos meteorolójicos que pudo procurarse en los libros de bitácora, i anotando en un mapa-mundi todas las direcciones del viento que habian sido observadas, valiéndose en esa árdua labor de mas de un millon de observaciones, dió a conocer en su conjunto la direccion dominante de las corrientes marinas i aéreas. Indicó, pues, al mundo i a los marinos admirados, las rutas que debian seguir en los mares para acortar las distancias, dando así al comercio i a las relaciones de los pueblos en jeneral vigoroso impulso.

Ademas, las observaciones simultáneas han comprobado ya en Europa i en los Estados Unidos de Norte América, que las grandes tempestades son ocasionadas por ciclones o remolinos de viento, animados a la vez de un movimiento de traslacion. El torbellino aéreo se efectúa siempre en el hemisferio norte, en sentido inverso al movimiento de las agujas de un reloj. El eje del ciclon se determina por el mínimo de presion atmosférica indicado por el barómetro, i el cambio de este eje de un dia a otro señala el trayecto recorrido por el ciclon, i, con gran probabilidad, el que seguirá al dia siguiente.

Es posible hoi, por consiguiente, prevenir a los marinos cuando se acerca el huracan, e impedir de esta manera, los perjuicios que jeneralmente ocasionan esos espantosos desórdenes de la naturaleza, que, para los hombres de saber no son sin embargo, sino fenómenos sencillos i que pueden esplicarse.

Pero, si procuramos abarcar en una mirada jeneral los resultados obtenidos en cuanto a los meteoros eléctricos i magnéticos, vemos en el acto que hai muchos puntos oscuros por aclarar, i que apénas si nos encontramos en el comienzo de la tarea.

Veamos, en efecto, como se espresa el eminente profesor, señor Mascart, tocando estas cuestiones, en sus informes sobre la Esposicion internacional de electricidad de 1881, i sobre los trabajos del Congreso de electricistas, presentados al gobierno de Francia.

"El señor Ministro me ha confiado la mision peligrosa de resumir delante de vosotros los trabajos prácticos rea-

Digitized by Google

lizados por el Congreso, indicando brevemente el alcance de las cuestiones que han sido examinadas i los motivos en que están fundadas las resoluciones a las cuales habeis llegado. Para llenar dignamente mi cometido, me esforzaré por inspirarme en vuestro propio pensamiento i por ser el eco fiel de vuestras deliberaciones.

"En el dominio de la ciencia pura debemos señalar las discusiones que se han suscitado sobre el magnetismo terrestre i la electricidad atmosférica.

"Se sabe desde hace largo tiempo que existe una relacion estrecha entre las perturbaciones magnéticas, las auroras polares i las corrientes que se manifiestan en la superficie de la tierra. Las líneas telegráficas forman hoi dia una red que envuelve el mundo entero, hasta los paises en que la civilizacion aun no ha penetrado, constituyendo así un inmenso observatorio magnético. Habeis pensado que la ciencia deberia solicitar el concurso de las administraciones del Estado i de las grandes compañías que esplotan las líneas telegráficas, con el objeto de utilizar esa red en el estudio del magnetismo terrestre. La cuestion presenta aun un carácter de urjencia, si se quiere cooperar a las espediciones organizadas por la Comision polar internacional, con el objeto de emprender durante un año, desde el próximo otoño, una série de observaciones simultáneas sobre el magnetismo terrestre, en estaciones distribuidas en los dos hemisferios, i tan cerca de los polos como lo permitan los rigores del clima.

"Tales son los motivos de las siguientes decisiones adoptadas por el Congreso:

"1º Que se tomen medidas por las diferentes administraciones telegráficas, con el fin de organizar un estudio sistemado de las corrientes terrestres, bajo la direccion de un comité internacional;

"2º Si no es posible obtener inmediatamente una organizacion jeneral de esta especie, es de desear, a lo ménos, que las observaciones se hagan en los dias especificados por la Comision polar internacional, en la época de esas espediciones.

"La electricidad atmosférica ha dado lugar a un debate en el cual hemos tenido la fortuna de oir los puntos de mira injeniosos i profundos emitidos por espíritus eminen-

Digitized by Google

tes, entre los cuales me bastará citar los nombres de sir W. Thomson i del señor Helmholtz. El Congreso ha conservado la impresion de que los fenómenos de electricidad atmosférica, tan poco estudiados hasta el presente, constituyen uno de los problemas mas elevados de la ciencia; que desempeñan, sin duda, un gran papel en la naturaleza, i merecen llamar la atencion de todos los observadores. Los principios han sido bien establecidos, la significacion física de los efectos que se pueden observar ha sido netamente definida; pero para aportar un progreso digno de atencion en nuestros conocimientos sobre esta difícil cuestion, *es necesario que se disponga de numerosas observaciones* ejecutadas simultáneamente en un gran número de estaciones, con métodos comparables entre sí. Habeis pensado, por consiguiente, a indicacion del señor Rowland, que seria útil establecer un concierto comun acerca de la eleccion de los métodos i de los instrumentos que mejor convinieren a las indicaciones de la teoría, a fin de jeneralizar este estudio en la superficie del globo."

Para que se vea como están de acuerdo los hombres sérios de ciencia en estas difíciles cuestiones, trascribimos un acápite del notable tratado de meteorolojía escrito durante el año actual por el señor Robert H. Scott, secretario del Consejo meteorolójico de Inglaterra.

"Respecto de la relacion que existe entre las auroras i los fenómenos del magnetismo terrestre, mucho queda aun por esplicar. Se ha creido jeneralmente que durante la produccion de una aurora, los instrumentos magnéticos sufren perturbaciones mas intensas que cuando ocurre una tempestad magnética. Esto mereceria ser tomado en consideracion, porque si las auroras fueran debidas a una descarga de una corriente eléctrica en las rejiones superiores de la atmósfera, es natural que eso sucediera desde el momento que podemos comprobar esperimentalmente la accion de una corriente sobre un iman. No obstante, aparece de las constínuas observaciones magnéticas inscritas en el Observatorio de Kew, que no todas las auroras coinciden con perturbaciones en los instrumentos magnéticos; i el doctor Wijkander, en su discusion sobre los resultados magnéticos de la espedicion sueca al Spitzbergen, en 1871, demuestra que, con respecto a la intensidad, no hai relacion

Digitized by Google

entre las perturbaciones magnéticas i la brillantez del fenómeno auroral. Por lo tanto, esta cuestion exije mas investigaciones."

Pero hai mas, i si nos propusiéramos no concluiríamos con citas de hombres eminentes: el distinguido profesor ingles, señor Rand Capron, en mayo de 1882, ha venido a arrojar mayor oscuridad acerca del orijen de los meteoros eléctricos, procediendo esperimentalmente. En efecto, hé aquí como se espresa:

"La semejanza entre la aurora boreal i la descarga eléctrica en el aire rarificado, no es sino aparente; los dos espectros difieren esencialmente uno de otro. Jamas se ha podido obtener artificialmente la raya amarillo-limon de Smith, ni la raya roja que a menudo la acompaña; no se ha podido identificar las rayas violetas con las de los tubos de Geissler. Admitiendo que esas rayas se deban a un gas particular en las rejiones superiores de la atmósfera, nos podríamos preguntar ¿por qué no se observan rayas de absorcion correspondientes en el espectro solar, i por qué no se ha observado ese gas en ninguna otra parte?"

Se comprende, pues, que viniendo una comision científica a nuestro pais, compuesta de un notable personal, se la proveyese de los instrumentos necesarios para hacer algunas observaciones de física terrestre, en relacion con las que casualmente i durante el mismo año se efectuaban en diversas partes del globo, por comisiones enviadas por el Congreso polar internacional, cuyas resoluciones se acordaron en San Petersburgo en el mes de agosto de 1881 (1).

Las observaciones de física terrestre ejecutadas por la Comision francesa, tuvieron como objeto determinar las condiciones climatolójicas de las localidades donde se estableció, determinar el ácido carbónico del aire, i practicar

(1) Protokolle der III. Internationalen Polar-Conferenz im physikalischen central observatorium zu St. Petersburg.

Digitized by Google

observaciones magnéticas, para las cuales contaba la Comision con numerosos i excelentes instrumentos.

Observaciones climatolójicas.

El señor de Bernardières describe estos trabajos así:

"En todas partes donde hemos permanecido durante algun tiempo prolongado, principalmente en Cerro Negro i en Valparaiso, instalamos un pequeño observatorio meteorolójico compuesto de un barómetro Fortin, de un barómetro aneroide, de termómetros de máxima i de mínima i de un sicrómetro. Esos diversos instrumentos habian sido comparados en Francia ántes de nuestra partida en la Oficina Central meteorolójica, i los habíamos observado i comparado con la mayor atencion durante nuestra ausencia.

"Desde el 15 de setiembre hasta el 13 de diciembre en Cerro Negro, se efectuaron observaciones regularmente tres veces al dia; a las 8 horas de la mañana, a las 2 i a las 6 de la tarde. Las dos primeras horas correspondian a las horas propuestas por la Comision internacional para que se practicasen observaciones simultáneas en el mundo entero. En Valparaiso se practicaron observaciones semejantes desde el 20 de enero hasta el 2 de marzo.

"Los dos hechos sobresalientes que hemos podido comprobar durante nuestra estadía en Cerro Negro son, por una parte, una gran diferencia de temperatura entre el dia i la noche, diferencia a la cual los marinos no están habituados, i por otra parte, una estremada sequedad de la atmósfera.

"Cuando partimos para Chile, se nos habia hablado de los terremotos como de un sério enemigo: sentimos, en efecto, algunos lijeros sacudimientos, pero jeneralmente débiles i sin influencia siempre sobre la posicion de los instrumentos."

Determinacion del ácido carbónico del aire.

El señor Dumas ha trazado en las siguientes pájinas, con mano majistral, la importancia i objeto que se persigue determinando el ácido carbónico del aire.

Digitized by Google

"Entre los gases que contiene el aire atmosférico, hai uno que presenta un interes particular, a causa del papel que se le atribuye, ya en el equilibrio de los dos reinos organizados, ya por las relaciones que provoca entre la tierra, el aire i las aguas: es el ácido carbónico.

"Desde que se comprobó que los animales consumen oxíjeno i exhalan ácido carbónico como producto de su respiracion; miéntras que las plantas consumen el ácido carbónico i exhalan oxíjeno por un fenómeno inverso, se ha procurado a menudo, averiguar si la proporcion de ácido carbónico que el aire contiene, no vendria a ser sino una especie de reserva alimenticia aprovechada sin cesar por las plantas, sin cesar reconstituida por los animales, i despues de un largo tiempo, permanente sin duda, a causa de esta doble influencia.

"Por otra parte, como desde largo tiempo lo ha demostrado el señor Boussingault, los terrenos volcánicos exhalan constantemente ácido carbónico por sus hendiduras i bocas de erupcion, en cantidades enormes. Los depósitos de carbonato de cal que sin cesar se forman en el fondo de los mares, fijan, por el contrario, cantidades de las cuales la magnitud de las capas calcáreas que existen en la superficie del globo, nos dan una justa idea. Es lójico creer que al lado de los grandes volúmenes de ácido carbónico que los terrenos volcánicos, aun los mas antiguos, esparcen en el aire, i de las masas de carbonato de cal que se precipitan hácia el fondo de los mares, los resultados que se atribuyen a la accion de los animales i a la de las plantas, ya sea para suministrar, o ya sea para estraer al aire el ácido carbónico fisiolójico, no tienen una importancia comparable a los que representan los fenómenos que se refieren a esas transformaciones puramente jeolójicas.

"Ultimamente, por medio de una feliz aplicacion del principio de la disociacion (*dissociation*), el señor Schlœsing ha hecho ver que la proporcion de ácido carbónico contenido en el aire, está en relacion con la de bicarbonato de cal que las aguas del mar tienen en disolucion. Cuando la cantidad de ácido carbónico disminuye, el bicarbonato de cal marino se disocia, la mitad de su ácido carbónico pasa a la atmósfera i el carbonato neutro de cal se precipita. El vapor acuoso, condensándose en el aire, arrastra a su

Digitized by Google

vez una parte del ácido carbónico que en él se encuentre, i cayendo en forma de lluvia al suelo, vuelve a tomar la cal necesaria para la formacion del bicarbonato, que en seguida restituye a los mares.

"El papel fisiolójico del ácido carbónico, su influencia geognósica, i sus relaciones con los fenómenos meteoróloj icos mas comunes en la superficie de la tierra, todo conduce a atribuir una importancia especial a los estudios que tienen por objeto la determinacion de la proporcion normal de ácido carbónico contenido en el aire.

"Pero esta determinacion presenta grandes dificultades. No es dado a cualquiera querer intervenir en cuestiones de esta naturaleza, i no todos los procedimientos son buenos. La primera idea que viene al espíritu, es encerrar en un vaso un volúmen conocido de aire, i medir o pesar el ácido carbónico que contenga. Se tendrá así, para un sitio i para un momento dados, la relacion exacta entre el volúmen del aire i el del ácido carbónico que contenga.

"Pero si se opera con un globo de 10^{lit}, por ejemplo, no contendrá sino 3^{cc} de ácido carbónico, es decir, 6^{mg}, i, ya sea que se los mida, ya sea que se les pese, el error fácilmente se elevará a un 10 por 100 del valor por apreciar. Por consiguiente, ninguna conclusion podrá sacarse de tales resultados.

"Ha sido necesario, en consecuencia, aumentar el volúmen de aire, es decir encaminar al traves de condensadores apropiados para retener el ácido carbónico, un filete de aire, cuyo volúmen exacto se aprecia por los métodos conocidos.

"Pero en ese caso, el movimiento del aire debe ser lento; la operacion se prolonga durante varias horas, i, como el aire se ajita sin cesar moviéndose en el sentido vertical o en el sentido horizontal, la esperiencia principiada con el aire de un paraje, puede terminarse realmente con el aire que ha venido de un sitio mui lejano. En un esperimento efectuado en Paris, prolongándose durante venticuatro horas, i de manera que el aire se mueva a razon de 4^{m} por segundo, se podrá empezar con el aire del departamento del Sena, i concluir con el del departamento del Ródano, o de los confines de la Béljica, segun la direccion del viento.

Digitized by Google

"Miéntras no se hallen procedimientos de análisis tan delicados, que permitan apreciar con seguridad, centésimas o por lo ménos décimas de milígramo de ácido carbónico, será mui difícil determinar su proporcion en el aire, para un lugar i para un momento dados. A menudo se estará espuesto a operar en una planicie, sobre el aire que desciende de alturas, i a analizar en pleno dia, aire que a la distancia ha esperimentado la influencia de la noche.

"Se presentan otras dificultades en estudios de esta naturaleza. Parece, a primera vista, mui fácil recojer el ácido carbónico en tubos que contengan potasa, i apreciar la cantidad por la diferencia de peso de esos tubos ántes i despues de la absorcion del gas; pero ¿cuántas causas de error pueden falsear los resultados siguiendo este método? Si la potasa ha estado en contacto con alguna materia orgánica, absorverá oxíjeno. Si la piedra pómez, que sirve para dividir la solucion de potasa, contiene protóxido de fierro, absorverá igualmente oxíjeno. En los dos casos, este oxíjeno agregará su peso al del ácido carbónico.

"Todo esperimentador que se vea obligado a pesar dos veces aparatos un poco complicados, i con algunas horas de intervalo, sabe a cuantas causas de error está espuesto, cuando es menester tomar en consideracion las variaciones de la temperatura o de la presion del aire, i los cambios del estado higrométrico en el esterior de los aparatos. Despues de haber luchado, i sin éxito a menudo, con las dificultades que presentan determinaciones de esta naturaleza, se desconfia con razon de toda apreciacion que no repose sino en diferencias de peso, prefiriendo los métodos que permiten separar la materia, cuya proporcion se trata de valuar; que permiten verla, tocarla, pesarla o medirla, al estado libre o bajo su forma natural.

"Todo el mundo conoce las esperiencias clásicas de Thenard, de Th. de Saussure, de nuestro colega Boussingault, relativas a la proporcion de ácido carbónico que contiene el aire; esas esperiencias no exijen sino que se las regularice, i se las multiplique.

"El señor J. Reiset, consagrándose con este objeto a largos i penosos estudios, i penetrándose de las consideraciones a las cuales conduce su discusion, elijió un procedimiento que ofrece todas las garantías de exactitud.

Digitized by Google

"El aire que suministre el ácido carbónico, es aspirado al traves de aparatos de absorcion, por medio de dos aspiradores de 600 litros de capacidad. La temperatura de este aire i su presion son medidas con precision.

"El ácido carbónico es absorvido por el agua de barita contenida en tres frascos lavadores. El último, sirve de testigo, permanece trasparente i demuestra por lo tanto, que no hai formacian de bióxido de bario. Conocido el título del agua de barita empleada, se determina por medio del ácido sulfúrico el del agua de barita en contacto con el carbonato formado, i se deduce la cantidad de carbonato obtenido, i por consiguiente la del ácido carbónico.

"Esos laboriosos esperimentos, cuya duracion varia, en cuanto al tiempo que demora el aire en pasar, entre seis horas i veinticinco horas, exijen a lo ménos dos dias de un asíduo trabajo.

"Han sido repetidos 193 veces por el señor J. Reiset, en 1872, 1873 i 1879. Se han efectuado tanto en dias tranquilos, como durante violentos temporales. Ha sido aspirado el aire a orillas del mar, en pleno campo, al ras de la tierra en las cosechas, bajo los bosques, i en fin en Paris.

"En tan diversas circunstancias la proporcion de ácido carbónico varia poco; se mantiene entre 2.94 i 3.1; cifras que es necesario considerar como grandes términos medios, a causa del vasto espacio del cual se ha tomado el aire para analizar.

"Cuando se trata del aire atmosférico libre, la cantidad de ácido carbónico que encierra, aparece pues poco mas o ménos fija, como debe suceder segun la relacion señalada por el señor Schlœsing, entre el bicarbonato de cal del agua de los mares i el ácido carbónico del aire. La sola causa que parece que debe hacer variar la cantidad jeológica de ácido carbónico de la atmósfera, consiste en la formacion de la neblina. El vapor de agua al condensarse arrastra el ácido carbónico, i el aire brumoso jeneralmente se muestra mas cargado de ese gas que el aire ordinario.

"Por otra parte, que el ácido carbónico esté en menor cantidad en el aire tomado de en medio del trébol o de la alfalfa, en pleno dia i en verano, es decir, en pleno foco de reduccion, no tiene nada que pueda sorprendernos; si

Digitized by Google

algo debe llamar nuestra atencion en tal caso, es que el ácido carbónico no descienda a ménos de 2.8.

"De la misma manera debemos sorprendernos que en Paris, en medio de tantas fuentes de ácido carbónico: combustion en los hogares, respiracion del hombre i de los animales, destruccion espontánea de las materias orgánicas, el ácido carbónico no pase de 3.5.

"Puesto que el gran término medio que representa el ácido carbónico atmosférico normal, difiere poco de 2.9 a 3.0, no es dudoso que en circunstancias locales, en espacios limitados i en condiciones meteorolójicas escepcionales, pueda tener notables variaciones en esa proporcion. Pero esas variaciones no tienen que ver con las leyes jenerales de la constitucion de la atmósfera.

"Hai pues dos puntos de vista bien separados bajo los cuales puede considerarse la medida del ácido carbónico contenido en el aire.

"El primero, que consiste en mirarlo como elemento jeolójico que pertenece a la envoltura gaseosa del globo, tomada en su conjunto, conduce a estimar en 3 vol por 10,000 próximamente, la relacion jeneral que espresa su proporcion en el aire.

"El segundo, que se refiere a los fenómenos accidentales i locales que resultan de la accion de los animales, de la de las plantas, de los efectos de los hogares, i de las masas de materias orgánicas en descomposicion, de las emanaciones volcánicas, en fin de la accion de las neblinas i de las lluvias, da a conocer los cambios que pueden sobrevenir en un aire sometido a influencias circunscritas, en un aire hasta cierto punto confinado. Sin negar el interes que presentan bajo el punto de vista de la metereolojía o de la hijiene, no se puede asignar a este último punto de vista el mismo rango que al primero.

"Los esperimentos del señor Reiset, por su número, su precision, la importancia de los volúmenes sobre los cuales se operó, los años mismos que los separan, han establecido de una manera definitiva, dos verdades que la historia del globo deberá tener en cuenta en adelante: la primera, que la proporcion del ácido carbónico en el aire apénas varia; la segunda, que se aleja poco de $\frac{3}{10000}$ en volúmen.

Digitized by Google

"Esas verdades han sido plenamente confirmadas por los resultados obtenidos en 1868, 1869, 1870 i 1871, en Rostock. El señor Franz Schulze da, en efecto, como término medio, con mui pequeñas variaciones:

Para 1869 (año completo).....	2.8668
Para 1870 (id.).....	2.9052
Para 1871 (primer semestre).....	3.0126

"Mas recientemente, los señores Müntz i Aubin, cuya exactitud la Academia conoce bien, han analizado, por un procedimiento que les es orijinal, el aire recojido en la planicie de Paris, i el que han podido tomar en el pico del Mediodia i en la cumbre del Puy-de-Dôme. Sus resultados concuerdan con los que han sido publicados por el señor J. Reisét i por el señor Schulze.

"El gran término medio de la proporcion de ácido carbónico en el aire, parece ya, pues, bien determinado; pero una vez establecido ese punto de partida, queda por estudiar las variaciones de que podria ser susceptible, no por causas locales, lo que es de poca importancia, sino por causas jenerales, que se refieran a los grandes movimientos de la atmósfera."

Este estudio exije el concurso de un cierto número de observadores colocados en diversos puntos i alejados del globo, que operen simultáneamente por procedimientos comparables.

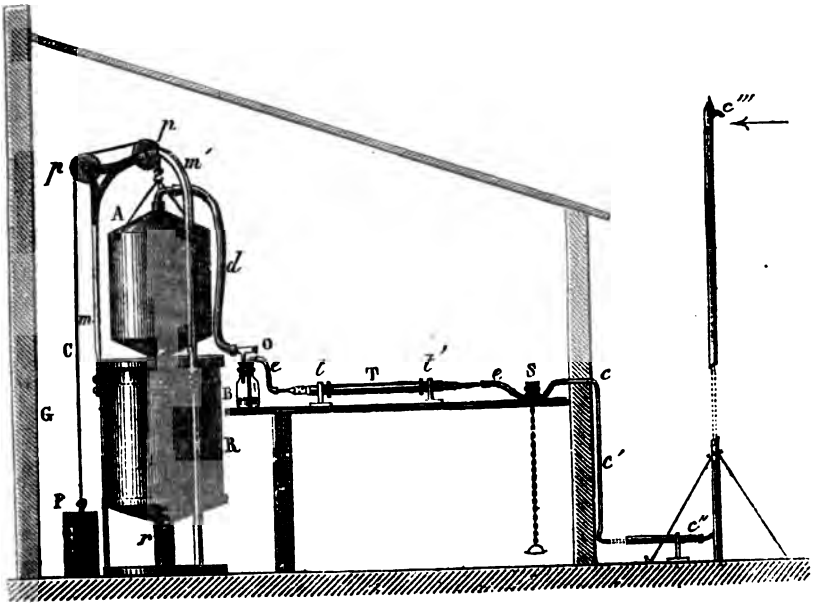
La Comision francesa vino provista de los aparatos necesarios para ejecutar estas observaciones siguiendo el método de los señores Müntz i Aubin, del cual damos una descripcion en seguida.

Descripcion sucinta de los aparatos i de las operaciones indicadas por los señores Müntz i Aubin.

En la figura adjunta *J* representa un gasómetro que permite aspirar i medir un volúmen de aire determinado al traves de un tubo con piedra-pómez-potásica.

V es un frasco testigo del paso del aire al traves del tubo con piedra-pómez.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

T. DE V.

P. 7

Digitized by Google

Digitized by Google

T tuvo con piedra-pómez potásica, fijo en un estuche de hojalata por medio de anillos de caoutchouc.

A lo anterior agréguese un cañon de estaño de 15 metros de largo próximamente, destinado a hacer pasar por el tubo el aire tomado a 4 metros sobre el suelo, i a 10 metros del operador. El tubo debe estar dividido en tres partes iguales: 1º una lonjitud que comprenda el banco en que están colocados los aparatos, i alcance a llegar hasta el esterior del laboratorio; 2º otro pedazo de unos diez metros que se embute en una ranura practicada en una solera colocada horizontalmente, i se une a la primera porcion por medio de un tubo de caoutchouc mui corto; 3º el tercer pedazo se fija sobre un mástil que se mantiene vertical por medio de tres cuerdas amarradas a piquetes. Es necesario tener cuidado de doblar la estremidad superior, para que la lluvia no pueda penetrar en el interior i llegue hácia el tubo con piedra-pómez potásica.

El cañon está unido al madero horizontal por medio de un tubo de caoutchouc.

La marcha de las operaciones es la siguiente:

1º Debe instalarse el gasómetro como lo indica la figura;

2º Se dispone un banco de unos 2 metros de largo por 40 centímetros de ancho, sobre el cual debe instalarse el frasco testigo, el tubo con la pómez potásica, i un soplete para poder cerrar sus puntas;

3º Se coloca el cañon de estaño con su estremidad en direccion al viento;

4º Se llena el gasómetro con agua dulce o con agua de mar, teniendo cuidado que el aspirador esté colocado en el depósito *R*. Se hace que el nivel del líquido llegue a la parte superior del aspirador;

5º Se une el aspirador a la cuerda i se tiende esta última por medio de un contrapeso; ademas,

6º Unase el aspirador al frasco testigo por un tubito; ciérrese la estremidad libre del tubo en forma de *T* del frasco testigo, i hágase sumerjir el tubo de vidrio un centímetro en el líquido, ya sea agua dulce o de mar;

7º Para comenzar una operacion, se unen las estremidades estiradas del tubo potásico con el tubo *e* i *e'* despues de haber cortado sucesivamente las estremidades con un golpecito de lima. Esta operacion debe hacerse con lijereza, i colóquese en seguida una pinza sobre el caoutchouc *i'*;

8º Es menester asegurarse al colocar el contrapeso, que no hai movimiento en el frasco testigo;

9º Para hacer marchar el aparato, se quita la pinza colocada en el caoutchouc *i'*.

10. Anótese la altura barométrica, la temperatura del aire, el estado del cielo, etc., etc.

11. La operacion queda terminada cuando los contrapesos llegan al suelo i en el frasco testigo no hai movimiento. Se coloca entónces una pinza sobre el caoutchouc *e'*.

12. Se empieza en seguida una segunda operacion, quitando todos los contrapesos ménos uno, destapando el tubo en *T* i dejando descender el aspirador por su propio peso. El agua del depósito al llenarlo de nuevo espelerá el aire.

Digitized by Google

13. Se vuelve a colocar los contrapesos despues de haber cerrado el tubo en *T*.

14. Se quita la pinza para que se produzca una nueva aspiracion.

15. Despues de la segunda operacion, se reemplazan los caóutchoúcs por obsturadores i se procede al reblandecimiento calentando las estremidades afiladas del tubo, de la manera siguiente:

Con un buen soplete; i

Cerrando sucesivamente cada estremidad del tubo con cuidado para que no se quiebre.

Ejecutadas estas minuciosas operaciones, no hai sino colocar el tubo en su estuche con su número de órden i las observaciones adjuntas.

Llevados a Francia estos tubos por las diversas comisiones, fueron analizados por los señores Müntz i Aubin. —Damos a continuacion los resultados obtenidos en los tubos que sirvieron al señor de Bernardières para sus determinaciones:

Digitized by Google

COMISION DE CHILE DIRIJIDA POR EL SEÑOR DE BERNARDIERES

(ESTACION DE CERRO NEGRO, LONJITUD 73°1′, LATITUD 33°16′.)

FECHAS.	HORAS.	ESTADO DEL CIELO.	DIRECCION I VELOCIDAD DEL VIENTO.	TEMPERATURA DEL AIRE.	ESTADO HIGROMÉTRICO.	BARÓMETRO.	VOLÚMEN DEL AIRE A 0° I 760 mm.	VOLÚMEN DE ÁCIDO CARBÓNICO A 0° I 760 mm.	ÁCIDO CARBÓNICO POR 10,000 PARTES DE AIRE (EN VOL).
	h. m. m.					m. m.	lit.	cc.	
10 diciembre 1882.....	1.30 i 6.50 t.	despejado	S.-S.-W., 10 m.	25°.00	0.33	709.0	263,08	72.72	2,76
20 « «	9.00 i 11.00 t.	brumoso	S.-S.-E., débil brisa.	10.65	0.68	712.0	276,56	78.04	2,82
27 « «	3.30 i 7.15 t.	espléndido	S.-S.-W., 8 m.	21.00	0.58	713.0	267,40	69.51	2,59
28 « «	8.00 i 11.00 m.	despejado	S.-S.-W., 7 m.	26.00	0.43	708.0	265,46	70.72	2,66
28 « «	1.35 i 4.15 t.	hermoso	S.-S.-W., 10 m.	29.80	0.32	708.0	261,40	69.51	2,65
				Término medio.....					2,69

Digitized by Google

Comparando los resultados obtenidos en Chile con los que se han obtenido al mismo tiempo en diversas otras localidades del globo, se ve que las proporciones de ácido carbónico contenido en el aire no difieren mucho de las que ya se habian encontrado, i de las cuales hemos hecho mencion.

El término medio jeneral es 2.78, un poco inferior al encontrado por el señor Reiset en el norte de la Francia, i al que se habia encontrado en el pico del Mediodia. Parece, pues, que el gran término medio debe ser un poco inferior al que se habia establecido segun las observaciones practicadas en Europa. El término medio correspondiente a las noches es mas elevado que el medio jeneral, i en todas las estaciones en las que se observó simultáneamente con la del señor Bernardières, fué superior al término medio del dia, como se ve en el cuadro siguiente:

	TERMINOS MEDIOS.	
	De dia.	De noche.
Haití	2.704	2.92
Florida	2.897	2.947
Martínica	2.735	2.850
Méjico	2.665	2.860
Santa Cruz (Patagonia)	2.664	2.670
Chubut (Patagonia)	2.790	3.120
Chile	2.665	2.820

Por consiguiente, puede considerarse como un hecho bastante comprobado que, bajo todas las latitudes, la cantidad de ácido carbónico que contiene la atmósfera aumenta durante la noche.

Si no se tomasen en consideracion sino los resultados obtenidos en el hemisferio norte, encontraríamos como término medio 2.82; pero en el hemisferio sur se ve una disminucion apreciable, que parece que no debe atribuirse a errores de observacion. Quizás seria prematuro

Digitized by Google

deducir de esas esperiencias que el aire del hemisferio sur, es un poco ménos rico en ácido carbónico que el del hemisferio norte; pero debe advertirse que, si esas observaciones se confirmasen, ese hecho tendria una esplicacion natural. La temperatura del hemisferio sur es ménos alta que la del hemisferio norte: los hielos del polo antártico se estienden mucho mas léjos i hacen que la temperatura del agua del mar sea mas baja sobre una enorme superficie. Ahora bien, como ya hemos dicho que los trabajos del señor Schlœsing demuestran que existe un equilibrio de tension entre el ácido carbónico de las aguas i el del aire, i que el descenso de temperatura influye considerablemente sobre el valor que espresa esta tension, no hai por qué estrañar que disminuya la proporcion de ácido carbónico en el aire que circula en la superficie de las aguas a baja temperatura. No tendríamos aquí sino la comprobacion en gran escala de una lei física bien establecida.

Observaciones magnéticas.

Con el objeto de medir la accion magnética de la Tierra en un punto es necesario medir en magnitud i en direccion la intensidad del campo magnético, es decir, la fuerza que se ejerceria sobre una masa magnética igual a + 1. La direccion de esta fuerza es la que tomaría una aguja imantada rectilínea libremente móvil al rededor de su centro de gravedad.

El Meridiano magnético en un lugar, es el plano vertical que pasa por la direccion magnética terrestre.

La Declinacion es el ángulo que hace el meridiano magnético con el meridiano jeográfico; es occidental cuando el polo norte de un iman móvil, se coloca al oeste del meridiano jeográfico que pasa por su medio; es oriental

Digitized by Google

si ese polo norte se encuentra al este del meridiano. La declinacion occidental es llamada algunas veces *positiva*, i la declinacion oriental *negativa*.

La Inclinacion es el ángulo que forma la fuerza terrestre con su proyeccion sobre el plano horizontal. Es positiva cuando se dirije hácia abajo, es decir, cuando el polo norte de una aguja libre, se sitúa bajo el plano horizontal que pasa por su medio; en el caso contrario es negativa.

Estos dos elementos, declinacion e inclinacion, bastan para determinar la direccion de la fuerza magnética terrestre. Para valuar la *intensidad* de esta fuerza, se puede determinar dos componentes, la una horizontal i la otra vertical.

Designemos por

D la declinacion,

I la inclinacion,

T la fuerza total del campo terrestre,

H la componente horizontal,

Z la componente vertical.

Como entre las últimas cuatro de estas cantidades se tienen las relaciones mui conocidas

$$H = T \cos. I,$$

$$Z = T \operatorname{sen}. I;$$

bastará, por consiguiente, determinar dos de ellas para deducir los valores de las otras dos.

Si se mide, por ejemplo, como se hace comunmente, la inclinacion I i la componente horizontal H, las ecuaciones anteriores darán para la componente vertical i la fuerza total:

$$Z = H \operatorname{tj}. I,$$

$$T = \frac{H}{\cos.}$$

Digitized by Google

Por consiguiente, la determinacion de la fuerza terrestre exijirá el empleo de tres especies de instrumentos:

1º Brújulas de declinacion;

2º Brújulas de inclinacion;

3º Aparatos para medir la componente horizontal.

Para obtener la fuerza terrestre se puede proceder de dos maneras: o comparar los valores de la componente horizontal en dos puntos diferentes de la superficie terrestre, o bien determinar el valor absoluto de la componente horizontal en un punto dado.

Con el objeto de medir las cantidades magnéticas en absoluto, se emplean las unidades adoptadas por el Congreso de Paris en 1881, es decir, el centímetro, la masa del gramo i el segundo, como unidades fundamentales de lonjitud, de masa i de tiempo. Por abreviacion, se designa ese sistema por el signo *C. G. S.*

La unidad de fuerza *C. G. S.* queda definida por las tres unidades fundamentales; es la fuerza que, obrando sobre la masa de un gramo, le comunicaría en un segundo una aceleracion de un centímetro.

Como el peso de un gramo en Santiago daria a la masa del gramo una aceleracion de 979 centímetros próximamente, se ve que la unidad de fuerza es $\frac{1}{979}$ del peso del gramo en Santiago, es decir, poco mas de un milígramo.

Introduciendo así en los cálculos la masa en vez del peso, se tiene la ventaja de obtener medidas numéricas independientes de la intensidad particular de la pesantez en el lugar de la observacion.

Se puede suponer por ejemplo que se pida determinar de una manera cualquiera en unidades *C. G. S.* la fuerza f que se ejerce entre dos masas magnéticas iguales entre sí. Designando por m cada una de las masas i por d la distancia que las separa, se tendrá, segun la lei de Coulomb:

$$f=\frac{m^2}{d^2} \quad \text{o} \quad m=d\sqrt{f}$$

Digitized by Google

Esta ecuacion permitirá calcular numéricamente el valor de m si se conoce la distancia d i la accion recíproca f.

Las observaciones magnéticas se ejecutan con el objeto de llegar a conocer la lei segun la cual varía esa fuerza terrestre, las relaciones que existan entre los fenómenos eléctricos i magnéticos i, por consiguiente, su oríjen.

Es evidente que, para arribar a este resultado, lo mas conveniente seria establecer en muchos parajes del globo aparatos que inscribiesen las variaciones de los elementos magnéticos de una manera continuada. Esto se practica hoi inscribiendo fotográficamente en capas de jelatino-bromuro de plata, por medio de aparatos especiales, esos elementos magnéticos, en observaterios establecidos en en las principales capitales europeas, i en los que la Comision internacional polar ha establecido en diversos parajes cerca de los polos.

Tambien pueden servir con el objeto indicado, séries de observaciones ejecutadas en diversos parajes del globo en el mismo instante físico; i con el objeto de llegar a este resultado, puede empezarse por instalar los instrumentos, determinar con ellos por medio de observaciones completas los tres elementos del magnetismo terrestre, i en seguida i a las horas determinadas, el valor de las variaciones de la fuerza magnética. Obteniendo el valor de estas variaciones i partiendo de los primeros valores absolutos encontrados, es evidente que, por un cálculo sencillo, se puede encontrar los valores absolutos correspondientes a esas variaciones.

Hemos creido conveniente entrar en estos detalles que vendrán a esplicarnos cuál fué el método elejido por el señor de Bernardières en sus observaciones. Exijiendo mucho tiempo i condiciones especiales el establecimiento de un observatorio magnético con aparatos inscriptores, la Comision francesa ejecutó observaciones aisladas en diversas localidades de nuestro pais, i desde el 14 de octubre-

Digitized by Google

hasta el 23 de diciembre, observaciones de la declinacion, instalando una brújula de Brunner, como aparato de variacion; miéntras que con una brújula de Gambey i una brújula de oscilacion se determinaban las variaciones de la inclinacion i de la intensidad.

No carecerá de interes, con el objeto de completar el cuadro de estos trabajos, consignar una lijera descripcion de los instrumentos empleados por el señor de Bernadières, dando al mismo tiempo algunas cifras relativas a esas observaciones; cifras que permitieron comprobar una concordancia entre una perturbacion en la declinacion, durante los dias 18, 19 i 20 de noviembre i las perturbaciones que se notaron en los telégrafos del pais hácia la misma época.

Brújula de viaje de Brunner.

El señor Marié-Davy, director del observatorio meteorolójico de Montsouris, ha completado de una manera injeniosa la brújula de declinacion de los señores Brunner Hermanos, agregándole piezas que permiten medir la inclinacion i la intensidad magnéticas. Este instrumento, construido por esos hábiles artistas, da con una exactitud mui suficiente los tres elementos del magnetismo terrestre.

La brújula de viaje se compone, hácia la parte inferior, de un círculo o limbo horizontal sostenido por tres tornillos, i de un círculo móvil con dos núñez, unido por su centro al eje vertical del instrumento. En la parte superior va fijo al eje de rotacion, paralelamente a él, un limbo zenital, que comprende un círculo con dos núñez, que lleva un anteojo astronómico i un microscopio, unidos paralela e invariablemente uno a otro. El círculo alidada, el anteojo i el microscopio, se pueden mover al rededor del eje horizontal del círculo zenital. Los núñez de ese círculo, como los del círculo azimutal, aproximan medio minuto.

Ademas de los dos hilos perpendiculares, cuyo cruzamiento determina el eje óptico del anteojo, lleva en el retículo cuatro hilos rectangulares que forman un cuadrado destinado a encerrar el disco del Sol. En el cuerpo del anteojo, un reflector metálico, con una inclinacion de 45°, sirve para iluminar el retículo cuando se observa de noche.

El ocular del microscopio lleva en su foco una delgada hoja de vidrio, sobre la cual está gravada una escala micrométrica en décimos de milímetro.

Digitized by Google

Perpendicularmente al eje del círculo zenital lleva una caja cilíndrica horizontal, de bronce, cerrada en sus dos estremidades con vidrios circulares, de los cuales uno es movible i permite la introduccion o la estraccion de la aguja imantada. Esta caja lleva encima un tubo que termina por un tambor, provisto de un tornito al que va fijo el hilo de suspension de la aguja. Ese tambor puede tomar con el torno un movimiento de rotacion sobre sí mismo. Ademas, por medio de cuatro tornillos opuestos de dos a dos, se puede correjir la excentricidad del punto de suspension.

La aguja es un barrote prismático de acero de 70 milímetros de lonjitud, 5 milímetros de altura i 1 milímetro de espesor. En cada una de sus estremidades tiene inscrustado un pequeño disco de plata, sobre el que hai trazada una raya vertical que sirve para las visadas. El barrote va colocado hácia su medianía en una armadura de cobre que lleva dos topecitos que sirven para fijarla en el estribo del hilo de suspension.

Este instrumento lleva, como los teodolitos, un nivel horizontal.

Por último, con dos piezas suplementarias se puede medir la inclinacion i la intensidad (1).

Determinacion de la declinacion.—Colocado el trípode en el paraje escojido, se fija la brújula al tornillo central de la plataforma del trípode, i se establece la verticalidad del instrumento por medio del nivel. Se busca en seguida la traza del horizonte sobre el círcnlo zenital i se verifica que el eje óptico del anteojo sea paralelo al plano de ese círculo.

La direccion del meridiano terrestre se obtiene por la observacion del Sol, que debe efectuarse en cuanto sea posible en la cercanía del vertical primario, es decir, del plano que pasa por el zenit i es perpendicular al plano del meridiano. Se sigue la imájen del Sol, valiéndose de los tornillos de coincidencia de los dos círculos graduados, hasta el momento en que el borde del astro se encuentre a igual distancia de los lados del cuadrado formado por los hilos. Se evita así la correccion de los semi-diámetros, i se obtiene inmediatamente la altura del centro del astro i la traza de su vertical. Se hacen cinco o seis visadas en la posicion actual del círculo con relacion al observador i cinco o seis visadas en la posicion inversa, verificando en cada una de las posiciones la visada al punto de partida para verificar que la orientacion del instrumento no ha cambiado. Si varía un poco el nivel se lleva la burbuja al medio del tubo por medio de los tornillos del pié.

Conocida la hora con algunos minutos de aproximacion, la fórmula

$$\cos.\frac{Z}{2}=\sqrt{\frac{\cos.\ s\ \cos\ (s-d)}{\cos.\ h\ \cos.\ l}},$$

en la cual Z es el azimut i s la semisuma de las cantidades h, l i d permite calcular el azimut del Sol.

(1) Se construye actualmente en Paris, inspeccionado por el célebre profesor señor Mascart, un instrumento análogo para el Laboratorio de Física de nuestra Universidad.

Digitized by Google

Cuando se tiene un cronómetro arreglado, es preferible anotar la hora de cada visada. Por medio de las analojías de Nepper,

$$\text{tj}\cdot\tfrac{1}{2}(Z+Q)=\text{cotj}\tfrac{1}{2}P\frac{\cos.\frac{1}{2}(d-c)}{\cos.\frac{1}{2}(d+c)},$$

$$\text{tj}\,\tfrac{1}{2}(Z-Q)=\text{cotj}\tfrac{1}{2}P\frac{\text{sen.}\frac{1}{2}(d-c)}{\text{sen.}\frac{1}{2}(d+c)},$$

en las cuales

Q es un ángulo auxiliar,

P el ángulo con el polo,

d la distancia polar,

c la colatitud,

se obtiene Z de una manera independiente de las alturas.

Casi parece escusado agregar que h i l en la primera fórmula representan respectivamente la altura observada i la latitud del lugar.

Si no se conoce el estado del cronómetro con respecto al tiempo verdadero del lugar, se puede determinar á P por las alturas mismas, o, de una manera mas exacta, por observaciones con el horizonte artificial. En ámbos casos queda eliminado el error debido a la incertidumbre sobre la lonjitud, error que puede falsear el valor de P.

La determinacion del meridiano magnético exije diversas precauciones, de las cuales la primera es asegurarse que en el hilo de suspension del barrote no influye ninguna fuerza de torsion, capaz de separar la aguja imantada de la direccion que le imprima el magnetismo terrestre. Se puede verificar esto, sustituyendo al iman un barrote de cobre del mismo peso i haciendo jirar el torno de suspension, hasta que el barrote de cobre se coloque en el eje de la caja cilíndrica. La division del tambor correspondiente al índice de la armadura, es el *cero de torsion*. Esta posicion puede variar un poco con el estado higrométrico i la temperatura; es necesario verificarla de tiempo en tiempo.

El hilo de suspension debe ser tan delgado como sea posible. Los hilos de seda que se emplean se tratan primero por el agua de jabon en ebullicion i en seguida se les suspende paralelamente, cada uno con un peso distinto; se les reune despues en un solo haz conservándoles su paralelismo i se unta todo con sebo. Preparados así, tienen los hilos una fuerza de torsion mui débil, i son ademas mui resistentes.

Digitized by Google

Cuando el barrote imantado reposa en su estribo, i las divisiones de la escala micrométrica trazada sobre la hoja de vidrio coinciden con el foco del ocular, se debe ver con nitidez la rayita vertical de los dos discos de plata; si esto no sucede, es necesario valerse de los tornillos del torno Norte i Sur para llegar a ese resultado. Se lee en seguida sobre el círculo azimutal las posiciones correspondientes del núñez con la visada de la raya central del microscopio, con respecto a cada una de sus señales; se toma el término medio de las dos lecturas, i se corrije el error de excentricidad por medio de los tornillos Este i Oeste del torno. En fin, colocado horizontalmente el microscopio, se arregla, valiéndose del torno, la altura del hilo de suspension, de manera que el eje de la aguja se encuentre aproximadamente en la prolongacion del eje del microscopio.

Concluidas esas rectificaciones, no hai sino visar sucesivamente con el microscopio cada una de las estremidades del iman. Se ejecuta en cada visada la lectura del núñez sobre el círculo horizontal i se toma el término medio de las dos lecturas. Corríjese así la excentricidad de la aguja que los tornillos del pié no hubieran hecho desaparecer por completo i la excentricidad del microscopio. El término medio obtenido da la direccion de la línea de las señales del barrote, línea que puede separarse sensiblemente del meridiano magnético. Invirtiendo en seguida el iman sobre sí mismo se vuelve a repetir la misma operacion. La semisuma de los términos medios da finalmente la direccion media verdadera del eje magnético del iman.

Concluidas las operaciones se vuelve a mirar el punto lejano que sirve de mira.

Determinacion de la inclinacion.—La brújula de Brunner no da directamente la Inclinacion. Antes de indicar como se determina esta cantidad, recordemos brevemente i bajo una nueva forma las relaciones que existen entre los diferentes elementos magnéticos.

La Declinacion da a conocer la direccion de la fuerza magnética terrestre en el plano horizontal, pero esta fuerza no obra jeneralmente segun ese plano: la aguja imantada, libre solamente en un plano vertical que pase por la direccion horizontal precedente, forma como hemos dicho un cierto ángulo con esta horizontal; ángulo que es la Inclinacion I.

La *fuerza total* T que actúa en el plano del meridiano magnético, no puede ser estudiada sino midiendo separadamente sus componentes *horizontal* i *vertical* H i Z.

Con las relaciones

$$T = H \sec. I,$$
$$Z = H \text{ tj. } I,$$

se puede determinar T i Z cuando se conoce I e H.

Digitized by Google

La brújula de Brunner permite encontrar la relacion

$$\frac{Z}{H}=\text{tj. } I.$$

Para operar con este instrumento, se hace uso de un cilindro de hierro dulce forrado en bronce que puede introducirse en un hueco de bayoneta, fijo en la parte opuesta del círculo limbo zenital, i que participa igualmente de la rotacion del instrumento al rededor del eje vertical. El cilindro de hierro dulce puede ademas jirar al rededor de un eje horizontal i ser fijado en las cuatro posiciones rectangulares siguientes: vertical abajo, horizontal Norte, vertical arriba, horizontal Sur, segun que la estremidad libre del cilindro de hierro dulce quede colocada hácia abajo, hácia el norte, hácia arriba o hácia el sur.

Empecemos por suponer colocado el cilindro verticalmente i dirijido hácia abajo; se imanta proporcionalmente a la intensidad de la componente vertical de la fuerza magnética terrestre. Si K es una constante que dependa de la naturaleza del hierro i de sus dimensiones, la imantacion será KT sen. I. Imantado así el cilindro, producirá sobre el iman una desviacion a que se mide haciendo coincidir la señal central del microscopio con las señales del iman, i leyendo sobre el limbo azimutal como para la determinacion del meridiano magnético.

La accion del cilindro sobre el barrote imantado será KRT sen. I, siendo R otra constante del barrote que depende de su distancia al cilindro i de la separacion de los polos de ese cilindro.

Si se designa por M el momento magnético del barrote imantado, su fuerza directriz tendrá por espresion MT cos. I sen. a; se tendrá, por consiguiente, la primera igualdad

$$(1) \qquad KRT \text{ sen. } I = MT \text{ cos. } I \text{ sen } a;$$

de donde

$$\text{tj. } I = \frac{M}{KR} \text{sen. } a.$$

Coloquemos ahora el cilindro en una posicion horizontal, producirá otra desviacion sobre el barrote; sea d esta desviacion. Como siempre se hace coincidir el eje del microscopio con las señales, el cilindro quedará separado del meridiano por un ángulo d. La componente horizontal de la fuerza terrestre que obra sobre él, será, por consiguiente, T cos. I cos. d; su grado de imantacion será KT cos. I cos. d, i su accion sobre el barrote será $KR'T$ cos. I cos d, difiriendo R' de R a causa del cambio relativo de los polos. Por otra

Digitized by Google

parte, la fuerza directriz del barrote imantado será MT cos. I sen. d, i se tendrá

$$KR'T \cos. I \cos. d = MT \cos. I \operatorname{sen} d.$$

Simplificando i combinando con (1), se tiene

$$\text{tj. } I = \frac{R'}{R} \times \frac{\operatorname{sen} a}{\text{tj. } d}.$$

Hé aquí como se opera:

Medida la desviacion a en la posicion vertical abajo del cilindro, por ejemplo, se hace jirar la armadura 180 grados, de manera que el cilindro quede dirijido hácia arriba en la vertical, lo que produce una segunda desviacion $-b$; se vuelve hácia la posicion vertical abajo; resulta una tercera desviacion $+a'$. Escribamos

$$\delta = \frac{a + a' - 2b}{4}$$

Se empiezan de nuevo las lecturas colocando el cilindro en una posicion horizontal hácia el Norte, en seguida hácia el Sur i despues hácia el Norte. Siendo δ' la desviacion media correspondiente, la inclinacion I la obtendremos de la ecuacion

$$\text{(2)} \qquad \text{tj. } I = B \times \frac{\text{sen. } \delta}{\text{tj. } \delta'},$$

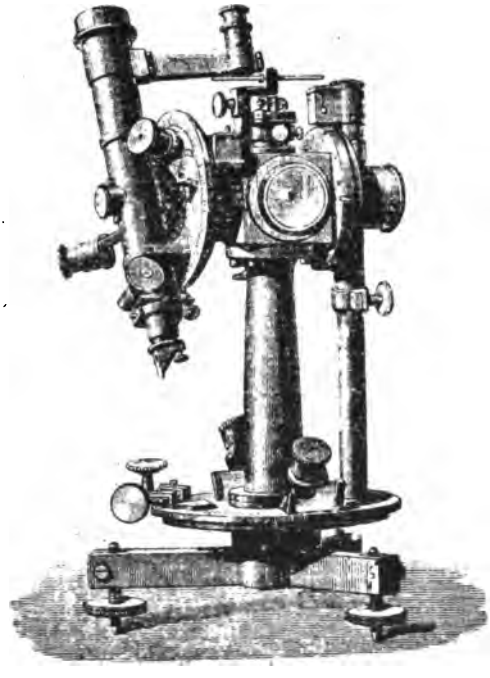
en la cual B es una constante que se determina, comparando esta brújula de viaje, con una brújula de inclinacion absoluta.

Este modo de operar tiene, sobre todo, por objeto eliminar las variaciones de declinacion que falsearian los valores de δ i de δ', i por consiguiente, de I. Esas variaciones son mas de temer que los cambios de temperatura del cilindro.

En las condiciones que hemos enunciado, una observacion de inclinacion dura próximamente una hora.

Determinacion de la intensidad horizontal.—Si en diferentes puntos de la Tierra se hace oscilar horizontalmente una misma aguja imantada suspendida a un hilo sin torsion, i si se determina en cada paraje el número de oscilaciones efectuadas en un tiempo dado,

Digitized by Google



BRUJULA BRUNNER DE VIAJE

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

se puede tomar como medida de las fuerzas horizontales los cuadrados de esos números de oscilaciones. Esta fuerza horizontal es análoga, en efecto, a la que la Tierra ejerce sobre un péndulo en movimiento.

Designando por t la duracion de una oscilacion simple en un paraje dado, por F el momento de inercia desconocido de la aguja, por N su momento magnético, igualmente desconocido, se tiene

$$t=\pi\sqrt{\frac{F}{NH}}, \tag{3}$$

de donde

$$NH=\frac{\pi^2 F}{t^2}.$$

Si, por otra parte, se coloca el barrote auxiliar, que consiste en una aguja cilíndrica, encima del barrote de la brújula i en cruz con este último, sobre un soporte *ad hoc*, el barrote principal se desviará; sea δ esta desviacion, que se mide como siempre. La accion de la aguja desviadora sobre el barrote desviado, corresponde al producto SMN de los momentos magnéticos de la aguja i del barrote, siendo M el momento magnético de ese último i S una constante. Esta fuerza hace equilibrio a la accion MH sen. δ que ejerce la fuerza magnética terrestre sobre el barrote desviado del ángulo δ; se tiene, por consiguiente,

$$SMN=MH \text{ sen } \delta;$$

de donde

$$\frac{H}{N}=\frac{S}{\text{sen.}\,\delta}. \tag{4}$$

Combinando (3) i (4), se tiene

$$H^2=\pi^2 FS\times\frac{1}{t^2 \text{ sen. } \delta};$$

poniendo $\pi^2 FS=A$, se tiene

$$H=\frac{1}{t}\sqrt{\frac{A}{\text{sen } \delta}}. \tag{5}$$

Digitized by Google

H se obtiene de la manera siguiente por medio de la brújula de Brunner.

Se quita el barrote imantado del estribo del hilo de suspension i se reemplaza por una agujita imantada cilíndrica, que toma la direccion del meridiano magnético. El movimiento de oscilacion, que debe efectuarse en un plano horizontal, puede ser provocado por un trozo de hierro dulce o por el barrote de la brújula. La aguja hace escursiones iguales a cada lado de la señal central del microscopio. Se cuenta 0 i se anota el segundo i la fraccion de segundo que corresponde al momento en que la estremidad de la aguja pasa delante de esa señal central; en seguida se cuenta 1, 2, 3, etc., a cada vuelta consecutiva de la aguja delante de la misma señal, ya sea que venga del Este, o ya sea que venga del Oeste; se para por ejemplo en 100, i se anota la hora exacta de este centésimo paso. Se deduce de esta primera operacion el tiempo de una oscilacion; se vuelve a empezar tres o cuatro veces con el objeto de tener un valor mui exacto del tiempo medio *t*.

Encontrado ese resultado, se coloca el iman en la caja cilíndrica, i se dispone la agujita trasversalmente sobre el soporte colocado con este objeto sobre el tambor, quedando por ejemplo la estremidad *N* del barrote hácia el Oeste. Resulta para el barrote imantado una desviacion $+\alpha$, que se mide como se ha indicado al determinar la inclinacion; se invierte la aguja de estremo a estremo haciendo que la estremidad Norte quede hácia el Este, lo que produce una segunda desviacion $-\beta$; en fin, se vuelve a la posicion primera i se tiene una tercera desviacion $+\alpha'$. Escribamos

$$\delta = \frac{\alpha + \alpha' - 2\beta}{4}$$

i la fórmula (5) da el valor *H* de la componente horizontal de la intensidad magnética.

A es una constante que se determina operando simultáneamente con la brújula de viaje i con el aparato fijo de Gauss.

Ademas de este instrumento, la Comision francesa disponia de una *Brújula de declinacion* de Lorieux, i de los dos conocidos instrumentos de Gambey, análogos a los que Gay trajo a Chile en época lejana, i que hoi

Digitized by Google

guardamos en el Laboratorio de física de la Universidad: la *Brújula de Inclinacion* i la *de Intensidades*. Como son tan conocidos, no nos detendremos en hacer su descripcion ni en la manera de usarlos. Estos instrumentos estuvieron constantemente en manos de los señores Barnaud i Favereau, así como la brújula de viaje de Brunner sirvió al señor de Bernardières.

No nos resta para terminar sino decir algunas palabras sobre la eleccion de los lugares de observacion, i sobre los datos accesorios que se tomaban en cada paraje, agregando algunos resultados numéricos, que servirán al lector, como lo hemos espresado ya, únicamente para comprobar la perturbacion magnética a que nos referimos mas arriba. La Comision francesa no ha publicado aun valores absolutos sobre las observaciones magnéticas practicadas en Chile.

Siempre se elijió el terreno para instalar los instrumentos con el mayor cuidado, léjos de toda habitacion, de toda masa de hierro, de hilos telegráficos o de caminos o calles en los cuales hubiera rieles o conductos subterráneos de agua o de gas, evitando establecerse sobre un suelo ferrujinoso.

Se anotaba con exactitud la hora de las observaciones; indicacion indispensable puesto que los elementos magnéticos, la declinacion sobre todo, varían en los diferentes momentos del dia. Se procuró tambien fijar el lugar de la observacion para poder determinar la lonjitud i la latitud aproximadamente; en fin, a las observaciones magnéticas se agregaron la altura barométrica, la temperatura i la altitud aproximada de la estacion.

La Comision francesa ejecutó observaciones magnéticas en Santiago, en Valparaiso, en Cerro Negro, en Angol, en Talcahuano, en Lota i en varios otros puntos importantes.

Digitized by Google

Indicaciones de los instrumentos magnéticos instalados en Cerro Negro desde el 10 de noviembre de 1882.

BRÚJULA DE DECLINACION.		BRÚJULA DE INTENSIDAD.			BRÚJULA DE INCLINACION.			
El 10 de noviembre a las 9h de la mañana.								
Estremidad N.	Estremidad S.				Arriba.		Abajo.	
216° 22.6 22.6	36° 25.5 25.5	m s 3 27 1 4 42.85 5 58.75 7 14.55	m s 3 52.45 5 08.3 6 23.9 7 39.75	m s 4 17.75 5 33.6 6 49.25	33°00 04 03	33°27 24 25	33°00 06 06	33°24 19 20
Círculo a la derecha 155° 22.7	Círculo a la izquierda 115° 22.4	Amplitud media de las oscilaciones 5° Temperatura 20°						
A las 4h 45 de la tarde.								
216° 28.8 29.2	36° 31.7 31.5	m s 2 28.05 3 43.75 4 59.15 6 14.75	m s 2 53.2 4 09.0 5 24.25 6 39.95	m s 3 18.5 4 34.1 5 49.5	33°02 02 08	33°37 27 31	33°02 03 08	33°31 33 27
		Amplitud media 5°5 Temperatura 14°						

Digitized by Google

El 11 de noviembre a las 4h 35 de la tarde.								
		m s	m s	m s				
216° 29.0	36° 30.8	1 54.05	2 19.25	2 44.3	33°01	33°39	33°06	33°37
29.1	30.9	3 09.55	3 34.7	3 59.75	00	38	00	36
		4 24.9	4 50.1	5 15.15	05	34	05	31
		5 40.25	6 05.3					
		Amplitud media 5°5						
		Temperatura 19°						
El 12 de noviembre a las 8h 45 de la mañana.								
		m s	m s	m s				
216° 29.8	36° 32.2	9 18.25	9 43.75	10 09.15	33°00	33°27	33°00	33°20
29.4	31.9	10 34.55	10 59.9	1 25.25	03	22	03	17
		1 50.75	2 16.1	2 41.5	00	26	00	22
		3 06.9	3 32.25					
Círculo a la derecha	Círculo a la izquierda	Amplitud media 5°5						
155° 22.7	155° 22.5	Temperatura 36°						
A las 5h 00 de la tarde.								
		m s	m s	m f				
216° 32.8	36° 34.5	4 30.7	4 55.9	5 21.15	33°04	33°42	33°05	33°38
32.8	34.5	5 46.5	6 11.75	6 36.9	05	35	06	31
		7 02.1	7 27.3	7 52.5	00	50	00	36
		8 17.8						
		Amplitud media 6°						
		Temperatura 25°0						

Digitized by Google

BRÚJULA DE DECLINACION.		BRÚJULA DE INTENSIDAD.			BRÚJULA DE INCLINACION.			
El 13 de noviembre a las 4h 45 de la tarde.								
Estremidad N.	**Estremidad S.**				**Arriba.**		**Abajo.**	
		m s	m s	m s				
216° 32'5	36° 34.6	8 59.95	9 25.05	9 50.04	33°00			
32.1	34.2	10 15.75	10 40.9	1 06.1	12	33°38	33°04	33°30
		1 31.25	1 56.5	2 21.75	08	31	07	28
		2 46.85	3 12.1			28	13	25
		Amplitud media 5°5 Temperatura 15°						
El 14 de noviembre a las 6h 45 de la tarde.								
		m s	m s	m s				
		3 46.5		4 36.7	33°02	33°44	33°03	33°38
216° 29.4	36° 31'6	5 01.9	5 27.1	5 52.1	08	30	13	27
29.0	31.4	6 17.25	6 44.25	7 07.8	11	28	09	34
		7 22.8	7 57.0					
Círculo a la derecha 155° 22.7	Círculo a la izquierda 155° 22'3	Amplitud media 4° Temperatura 20°						

Digitized by Google

El 15 de noviembre a las 4h 45 de la tarde.

216° 29.4	36° 31.6	m s	m s	m s	33°00	33°35	33°00	33°33
29.0	31.4	7 12.7	7 37.9	8 03.25	01	20	00	27
		8 28.5	8 53.7	9 19.05	07	23	08	22
		9 44.1	10 09.55	10 34.75				
		10 59.9	1 25.05					
		Amplitud media 6°5						
		Temperatura 26°						

El 16 de noviembre a las 8h 45 de la mañana.

216° 23.7	36° 26.1	m s	m s	m s	33°10	33°21	33°10	33°17
23.2	25.8	3 38.3	4 03.75	4 29.00	11	19	10	15
		4 54.4	5 19.9	5 45.1	02	26	02	23
		6 10.6	6 35.9	7 01.1				
		7 26.3	7 51.7					
		Amplitud media 3°						
		Temperatura 39°						

A las 5h 00 de la tarde.

216° 28'3	36° 30.8	m s	m s	m s	33°10	33°27	33°09	33°24
28.1	30.4	5 37.9	6 03.1	6 28.25	00	28	00	26
		6 53.45		7 44.5	00	26	00	25
		8 09.3	8 34.65	8 59.9				
		9 25.1	9 50.3					
		Amplitud media 4°						
		Temperatura 26°						

Digitized by Google

BRÚJULA DE DECLINACION.		BRÚJULA DE INTENSIDAD.			BRÚJULA DE INCLINACION.			
El 17 de noviembre a las 8h 35 de la mañana.								
Estremidad N.	**Estremidad S.**				**Arriba.**		**Abajo.**	
		m s	m s	m s				
		2 44.75	3 10.2	3 35.7	33°00	33°44	33°00	33°40
216° 25.0	36° 27.7	4 01.15	4 26.8	4 52.2	02	37	02	33
25.4	27.5	5 17.7	5 43.2	6 08.8	06	32	07	29
		6 34.05	6 59.5					
Círculo a la derecha	**Círculo a la izquierda**	**Amplitud media 5°5**						
155° 22.7	155°22'5	**Temperatura 42°**						
A las 4h 45 de la tarde.								
		m s	m s	m s				
216° 29.9	36° 32.1	10 09.0	10 34.1	10 59.15	33°02	33°50	33°03	33°47
30.3	31.7	1 24.55	1 49.8		06	41	06	38
		2 40.1	3 05.25	3 30.45	08	41	08	37
		6 55.75	4 21.0					
		Amplitud media 4°						
		Temperatura 19°						

Digitized by Google

El 18 *de noviembre a las* 8h 45 *de la mañana.*

		m s	m s	m s				
216° 35'6	36° 38.5	4 58.1	5 22.6	5 49.1	33°00	33°33	33°00	33°30
35.6	38.1	6 14.55	6 40.05	7 05.5	03	29	03	27
		7 31.05	7 56.5	8 21.95	10	22	10	21
		8 47.45	9 12.95					
		Amplitud media 4°						
		Temperatura 41°						

A las 4h 45 *de la tarde.*

		m s	m s	m s				
216° 32.7	36° 34.2	4 40.5	5 05.75	5 31.1	33°14	33°33	33°12	33°30
33.1	34.4	5 56.3		6 46.8	05	37	04	33
			7 37.6	8 02.9	00	38	00	34
		8 28.1	8 53.5					
		Amplitud media 4°						
		Temperatura 28°						

El 19 *de noviembre a las* 8h 45 *de la mañana.*

		m s	m s	m s				
216° 21.0	36° 24.6	9 58.2	10 23.5	10 48.9	33°00	33°37	33°00	33°35
21.0	24.7	1 24.25	1 49.5	2 14.95	10	24	11	22
		2 40.25	3 05.5	3 30.95	11	25	10	22
		3 56.1	4 21.05					
		Amplitud media 5°						
		Temperatura 25°						

Digitized by Google

BRÚJULA DE DECLINACION.		BRÚJULA DE INTENSIDAD.			BRÚJULA DE INCLINACION.			
A las 5h 00 de la tarde.								
Estremidad N.	Estremidad S.				Arriba.		Abajo.	
		m s	m s	m s				
216° 29.2	36° 30.9	3 58.5	4 33.75	4 48.9	33°03	33°36	33°02	33°30
29.2	30'1	5 14.25	5 39.5	6 04.9	04	30	04	27
		6 30.05	6 55.5	7 20.75	00	28	00	22
		7 45.9	8 11.2					
		Amplitud media 3°5						
		Temperatura 30°						
El 20 de noviembre a las 8h 45 de la mañana.								
		m s	m s	m s				
216° 40'5	36° 42.9	5 41.7	6 07.2	6 32.9	33°20	33°46	33°21	33°40
40'5	42.7	6 58.5		7 49.7	20	43	20	38
		8 15.2	8 40.35	9 06.5	14	52	13	49
		9 32.1	9 57.7					
Círculo a la derecha	Círculo a la izquierda	Amplitud media 4°						
155° 22.8	155° 22.4	Temperatura 41°						

Digitized by Google

A las 5h 15 de la tarde.

216° 31.6 31.6	36° 33.0 33.0	m s 3 59.15 5 15.0 6 30.95 7 46.9	m s 4 24.35 5 40.3 6 56.35 8 12.25	m s 4 49.8 6 05.8 7 21.6	33°17 13 00	33°42 40 52	33°17 14 00	33°40 38 39
		Amplitud media 4° Temperatura 28°						

El 21 de noviembre a las 8h 45 de la mañana.

216° 28.6 28.2	36° 31'0 31.4	m s 2 00.15 3 16.6 4 32.95	m s 3 42.1 6 14.6	m s 2 51.15 4 07.6 5 23.9	33°00 10 05	33°31 24 27	33°00 09 05	33°26 20 23
		Amplitud media 3° Temperatura 44°						

A las 4h 45 de la tarde.

216° 34.8 35.0	36° 36.2 36.2	m s 7 46.25 9 02.6 10 18.7 1 35.05	m s 8 11.7 9 28.05 10 44.0 2 00.25	m s 8 37.05 9 53.5 1 09.7	33°10 10 12	33°44 40 35	33°09 09 11	33°40 37 31
		Amplitud media 6° Temperatura 35°						

Digitized by Google

EL PASO DE VENUS.

No fué pequeña labor la de establecer por completo la estacion de Cerro Negro. Tanto el círculo meridiano de Brunner de que se hizo uso para determinar la hora exacta en el observatorio, la diferencia de lonjitud con Santiago i su latitud; como los aparatos magnéticos, i sobre todo, los dos grandes ecuatoriales especialmente dedicados a la observacion del tránsito de Venus, exijieron sólidos fundamentos de albañilería, pabellones para cubrirlos, i una série de correcciones i estudios prévios.

Los ecuatoriales i su instalacion

Anteojo ecuatorial de 8 *pulgadas de abertura.*—El instrumento mas importante del observatorio era el anteojo ecuatorial, llamado de "8 pulgadas." Su distancia focal principal medía $3^m 22$.

Con el objeto de dar a este instrumento un poderoso aumento i una gran claridad, con las condiciones de estabilidad necesarias para efectuar medidas de ascensiones rectas i declinaciones, sin que el instrumento fuera de un peso considerable, i por consiguiente de fácil trasporte, se renunció a hacer que fuese un ecuatorial propiamente dicho.

Así el tubo del anteojo fué construido simplemente de madera.

El pié paraláctico tenia una estabilidad suficiente; pero los círculos de ascensiones i declinaciones no tenian sino el diámetro necesario para hacer fáciles las investigaciones de astros.

El regulador del movimiento de relojería era del sistema Foucault.

El eje horario jiraba con una regularidad i suavidad que nada dejaba que desear.

En resúmen, el instrumento salido de los talleres de los señores Eichens i Gautier hacia honor a estos afamados fabricantes.

Digitized by Google

Este ecuatorial estaba provisto de dobles micrómetros, teniendo cada uno de los micrómetros un hilo simple i un par de hilos dobles.

Las esperiencias preparatorias ejecutadas en Paris habian comprobado que el enorme calor concentrado en el foco, sin contar las ondulaciones que se producian en las imájenes, constituía un sério peligro para el observador.

No habiéndose podido evitar este peligro e inconvenientes con el empleo de vidrios coloreados, se procedió a cubrir los objetivos con una débil película de plata, fácil de sacar en un momento dado. (1) De esta manera se consiguió subsanar esos inconvenientes, sin quitar al instrumento su precision. En efecto, era posible observar de esa manera estrellas hasta de segunda magnitud en pleno dia.

---

(1) Creemos interesante consignar el método que jeneralmente se sigue para platear los objetivos.

1.° 40 gr. de nitrato de plata cristalizado en un litro de agua.

2.° 6 gr. de nitrato de amoniaco puro en 100 gr. de agua.

3.° 10 gr. de potasa cáustica (escenta de carbonatos i de cloruros) en 100 gr. de agua.

4.° Se disuelve 25 gr. de azúcar en 250 gr. de agua; se agrega 3 gr. de ácido tártrico; se hace hervir por espacio de 10 minutos para producir la inversion del azúcar. Se agrega entónces 50 cc. de alcohol para impedir que se produzca despues la fermentacion; se calienta con agua para formar ½ litro si se va a platear en invierno i mas si se va a platear en verano.

Limpiadura del vidrio.

1.° Acido nítrico concentrado. Se frota con un poco de algodon, se lava con agua destilada i se enjuga con un lienzo fino.

2.° Se toma volúmenes iguales de la solucion N.° 3 i de alcohol; se vierte sobre la lámina, se sumerje en el agua i se frota con un pincel para disolver la potasa. En seguida se le invierte en el agua pura manteniéndola a ½ centímetro del fondo. Se ajita con suavidad.

Plateado.

Se pone en un primer vaso:

15 cc. de la solucion N.° 1.
15 cc. id. id. N.° 2.

En un segundo vaso:

15 cc. de la solucion N.° 3.
15 cc. id. id. N.° 4.

Se invierte el contenido del segundo vaso en el primero.

La mezcla se coloca en una tacita; se lleva el espejo ahí manteniéndolo a ½ centímetro del fondo.

Digitized by Google

Como se ha dicho al hablar de las disposiciones jenerales del observatorio, ese ecuatorial se estableció sobre un pilar de ladrillos que reposaba en sólidos cimientos i cuya parte superior terminaba en una baldosa de piedra que sostenia el pié.

Este instrumento fué encerrado en un pabellon de madera, i arreglado de modo que el piso a considerable altura del suelo no tocase el pilar de sostenimiento. Tanto los lados del pabellon como su cúpula se podian abrir fácilmente dejando espedito el espacio para las observaciones, i para que el aire circulara libremente evitando las refracciones anormales.

Este instrumento quedó definitivamente instalado con precision en el meridiano el 12 de octubre.

Ecuatorial de 6 pulgadas de abertura.—Este instrumento fué construido en Jinebra por los señores Turrettini, i habia servido ya para la observacion del paso de Venus en 1874 en la isla de San Pablo (Oceanía).

El aspecto i calidad del instrumento era mui distinto al del ecuatorial de 8 pulgadas.

El peso total del aparato era próximamente de 1500 kilógs., miéntras que el del anteojo de 8 pulgadas apénas alcanzaba a 500 kilógs.

El cuerpo del anteojo era de bronce.

Una columna hueca de hierro fundido servia de soporte al capitel, sobre el cual estaban fijos los cojinetes de los ejes.

Cada uno de éstos últimos llevaba dos círculos, uno pequeño i grande el otro.

Al cabo de ½ minuto, el líquido debe colorearse de amarillo rosado, amarillo parduzco i negro. Es entónces cuando se deposita la plata.

Advertencias.

1.° Si la potasa está bien descarbonatada, se tiene un plateado brillante.

2.° Si en la mezcla de nitrato de plata i de nitrato de amoniaco la cantidad de éste último es insuficiente, se formará un precipitado pardo cuando se agregue la mezcla de potasa i azúcar. Si está en exceso, el líquido queda limpio, pero se colora pasando por tintes violáceos; el plateado es tardío, pálido i amarillo por trasparencia.

3.° El jaspeado proviene de una limpiadura insuficiente.

4.° Si la azúcar está mui diluida, el plateado es lento e incompleto. Si está demasiado concentrada, la accion pasa en el líquido; es mui rápida.

Digitized by Google

La lectura sobre los grandes círculos se hacia con microscopios. Los del círculo de declinacion estaban provistos de micrómetros de hilo móvil; los del círculo horario no tenian sino una escala micrométrica trazada sobre vidrio en el foco.

Una disposicion injeniosa del capitel, permitia emplear el instrumento bajo todas las latitudes boreales o australes.

Regularizaba al movimiento de relojería un péndulo cónico isócrono.

El retículo tenia una série de hilos fijos i una série de hilos movibles.

El cuadro de los hilos fijos obedecia a un tornillo micrométrico. En fin, el carro, montado en un ocular de doble corredera, podia trasportársele para mirar un punto cualquiera del campo.

Este instrumento fué colocado bajo las mismas condiciones que el otro ecuatorial.

Correcciones de los instrumentos.

Instalados los ecuatoriales i el anteojo meridiano en los pabellones de que ya hemos hablado en la descripcion jeneral del observatorio, empezaron los señores miembros de la Comision francesa, a mediados de octubre, la correccion de los instrumentos, i una série de observaciones astronómicas de diversa naturaleza que no haremos sino enumerar.

En efecto, fué necesario determinar las constantes de los *instrumentos meridianos*: valor de una vuelta de tornillo, estudio del nivel i estudio de los tornillos del pié.

Tambien fué necesario determinar las constantes de los *ecuatoriales*: valor de las vueltas de tornillo de los micrómetros a diferentes temperaturas, un estudio de la vision distinta a diferentes temperaturas, i estudio de los prismas, del arreglo de los aparatos i movimientos de relojería.

Los cronómetros de la Comision francesa fueron confiados desde la salida de Francia al señor Barnaud, que tuvo

Digitized by Google

la precaucion de compararlos con el mayor esmero durante toda la campaña.

Desde que se estableció el Observatorio de Cerro Negro, se adoptó como regulador uno de ellos, al cual se le mantuvo constantemente inmóvil.

Las observaciones meridianas se hicieron valiéndose de un péndulo sideral que hemos tenido ocasion de mencionar al hablar de las operaciones jeodésicas.

Uno de los cronómetros salido de los talleres del afamado fabricante Breguet, (1) estaba provisto de contactos eléctricos, que permitian emplearlo como el péndulo para inscribir los batimientos de segundos en las cintas de los cronógrafos.

Diversos trabajos astronómicos.

Con el instrumento meridiano, no solo se determinó telegráficamente la diferencia de lonjitudes de Cerro Negro i el Observatorio de Santiago, sino tambien la latitud de Cerro Negro; la lonjitud absoluta por medio de diez i nueve veladas de culminaciones lunares, i tambien sirvió para dar a conocer la hora exacta el 6 de diciembre, dia del paso de Venus por el Sol.

La latitud de Cerro Negro fué determinada transformando el anteojo meridiano en círculo meridiano, por la adicion de dos microscopios i de varias piezas accesorias, ejecutando cuatro séries de distancias nadirales de estrellas observadas en su pasaje por el meridiano; i en segundo lugar, por medio de alturas meridianas de estrellas, tomadas por medio del sextante i del horizonte artificial.

Con el objeto de que se tenga una idea de cómo la Academia de Ciencias habia previsto los trabajos que importaba ejecutar bajo nuestro cielo, estractamos de un programa escrito por el señor Lœvy algunos de sus pasajes:

(1) Tanto ese cronómetro como los cronógrafos, fueron en varias ocasiones reparados por el hábil mecánico señor Alejandro Volpini, de cuyos servicios el señor Bernardières quedó mui reconocido.

Digitized by Google

"Los trabajos astronómicos que pueden efectuarse en el hemisferio austral deben clasificarse en dos categorías:

"1º Las observaciones accidentales, como lo es el paso de Venus.

"2º Las observaciones regulares, es decir, los estudios que deben hacerse de una manera continuada. Esta segunda categoría encierra varios trabajos de naturalezas diferentes.

"1º La determinacion de la hora, de la lonjitud, i de la latitud del lugar en que se establezcan los observadores;

"2º La determinacion de los puntos radiantes del cielo austral.

"Los puntos radiantes indican en el espacio el centro de una pequeña rejion de la cual parecen esparcirse periódicamente, cada año, sobre la bóveda celeste, emjambres de metéoros.

"Durante cada noche del año, se pueden valuar poco mas o ménos, entre 6 a 7 el número de puntos radiantes que aparecen en las diversas constelaciones del cielo; pero para la mayor parte de esos parajes (cielo austral) no se poseen sino indicaciones mui vagas sobre su posicion.

"La observacion de ese fenómeno presenta bajo muchos puntos de vista un alto interes científico, sobre todo, desde la época en que los trabajos de varios célebres astrónomos han permitido comprobar de una manera indudable que ciertos enjambres de estrellas i ciertos cometas, efectúan su movimiento al rededor del Sol sobre una misma trayectoria.

"Miéntras que en Europa i en la América del Norte, se hace el estudio de las estrellas filantes con una gran actividad, jamas se ha emprendido estudio alguno en este órden de ideas en el hemisferio austral; los esfuerzos que se hiciesen en esta parte del mundo, proporcionarian datos nuevos i preciosos sobre esos cuerpos celestes, cuyo oríjen, la composicion i los movimientos, nos han sido durante largo tiempo enigmáticos. Hai ahí nuevas séries de observaciones que cosechar, que tendrán todas un valor particular, puesto que todo lo que pasa a este respecto en el hemisferio austral, ha escapado hasta hoi a nuestras investigaciones.

"3º La investigacion de los cometas se refiere naturalmente al estudio de las estrellas filantes, que no son pro-

Digitized by Google

bablemente sino restos de cometas, como parece probarlo aun la coincidencia de la aparicion de esos cuerpos celestes i de las lluvias de metéoros. Esos dos estudios están, pues, en directa conexion, i, emprendidos simultáneamente, proporcionarian elementos completos para la solucion de la cuestion.

"Esta última investigacion no ha merecido tampoco ser observada en el hemisferio austral, donde los sabios no observan aún todos los cometas visibles a ojo desnudo; nosotros estudiamos esos astros cuando su movimiento los lleva a nuestro hemisferio; pero muchos de entre ellos, por el carácter de su órbita, nos son invisibles, i por consiguiente, aparecen i desaparecen sin dejar traza alguna de su paso.

"Por lo tanto, si quisiera un observador durante esas espediciones, emprender bajo ese punto de vista la esploracion sistemada del cielo, sus investigaciones serian de gran provecho para la ciencia".

Las observaciones indicadas por el señor Lœvy fueron atendidas por la Comision francesa en cuanto era posible, como puede verse en lo que a este respecto dice el señor de Bernardières:

"Agregaré que, conforme al deseo que nos fué espresado, hemos observado con los ecuatoriales todas las ocultaciones de estrellas i los eclipses de los dos primeros satélites de Júpiter que el estado del cielo nos permitió ver. En fin, determiné, con el ecuatorial de 8 pulgadas, unas doce posiciones del soberbio cometa que vino a alumbrar nuestras noches hácia fines del año pasado. La primera vez que lo vimos, en pleno dia, en la mañana del 18 de setiembre, los grandes instrumentos no estaban montados, pero lo observamos frecuentemente con el teodolito i con el sextante".

Los últimos preparativos.

Desde unos veinte dias ántes de la observacion del paso de Venus, todos los instantes, puede decirse, fueron de-

Digitized by Google

dicados al arreglo de los instrumentos, i a los mil detalles que podian favorecer la observacion.

Los dos hermosos cronógrafos que ya hemos descrito fueron instalados el uno en el pabellon del ecuatorial de 8 pulgadas, i el otro en el pabellon del ecuatorial de 6 pulgadas. Estos aparatos debian servir para indicar el tiempo exacto de todas las observaciones. Al efecto, fueron puestos en relacion con los dos contactos eléctricos del péndulo colocado en la cabaña del anteojo meridiano. Un contacto eléctrico colocado en este mismo sitio, debia permitir, en el momento del tránsito, inscribir en las cintas de los cronógrafos, las épocas de los pasos por el meridiano de un cierto número de estrellas.

Como ya hemos tenido ocasion de decirlo, las diferentes personas que en 1874 observaron el paso de Venus sobre el Sol, se esforzaron en determinar las posiciones relativas de los dos astros por medio de medidas micrométricas obtenidas en la vecindad de los contactos.

La fuerte ondulacion de las imájenes i, sobre todo, la poca estabilidad de los instrumentos, acarrearon en todas partes grandes dificultades i, bajo varios puntos de vista, verdaderas imposibilidades.

Como se sabe, el único medio de esquivar esos inconvenientes, es sustituir al procedimiento de medida directa, el de la observacion de los contactos de imájenes producidas por el desdoblamiento de las imájenes naturales.

En ese caso, como no intervienen los hilos del micrómetro, la influencia de las vibraciones instrumentales i de las ondulaciones, a lo ménos de aquellas que son concordantes, desaparece enteramente.

El desdoblamiento de las imájenes puede operarse de tres maneras diferentes, a saber:

1º Por medio del objetivo (heliómetro);

2º Por medio del ocular (ocular de Airy);

3º Interponiendo prismas birefrinjentes entre el ojo i el ocular (Arago).

Digitized by Google

La aplicacion de los dos primeros procedimientos acarrea disposiciones especiales en los instrumentos.

El empleo del tercero no exije sino la agregacion al ocular ordinario de una plaquita provista de un cierto número de prismas. Esta plaquita, que puede quitarse o ponerse a voluntad, en nada modifica al instrumento. El observador puede libremente, segun las circunstancias, operar medidas micrométricas directas o anotar los instantes correspondientes a los contactos artificiales producidos por el desdoblamiento de las imájenes.

El ángulo de cada prisma debe ser determinado en las condiciones de calor, de direccion, i de humedad, idénticas a las de la observacion.

El mejor medio, sin disputa, de realizar esas condiciones, es medir inmediatamente, despues de cada série, sobre el disco del Sol como fondo, la separacion de las imájenes del hilo fijo desdoblado sucesivamente por cada uno de los prismas.

En ese procedimiento no interviene el ángulo de posicion; por otra parte, la fijacion sobre otro hilo móvil, ya sea por tanjencia, ya sea por superposicion, es una operacion fácil i rápida i, por consiguiente, la precision de las medidas puede alcanzar un gran valor.

Decidido el señor de Bernardières a hacer uso de los prismas de Arago, emprendió, como hemos dicho, con este objeto, un estudio minucioso que lo puso en situacion de sacar gran partido de ese aparato.

El señor Favereau, deseoso tambien de poder observar el tránsito de Venus, tuvo la feliz idea de arreglar como altazimut el segundo anteojo meridiano de Brunner, análogo al de la cabaña meridiana. De una manera mui injeniosa hizo que pudiera jirar todo el instrumento al rededor de su eje vertical, lo que le permitia visar hácia todos los puntos del cielo, aprovechando del micrómetro que tienen esos instrumentos para ejecutar durante el paso una série de medidas micrométricas de gran valor.

Digitized by Google

Siendo necesario establecer una gran verificacion de todas las observaciones por medio de múltiples lecturas efectuadas por diversos ayudantes en los cronómetros; lecturas que, junto con los números dictados por los observadores, debian ser inscritas en rejistros arreglados *ad hoc*, el señor de Bernardières solicitó el concurso de algunas personas amantes de la ciencia que gustosas se prestaron a cooperar en esos trabajos.

Los señores Bourgarel i Wiet, Encargado de Negocios de Francia el primero, i Cónsul en Valparaiso el segundo, llenaron su cometido con verdadero entusiasmo, estableciéndose en Cerro Negro desde algunos dias ántes de la observacion, con el objeto de adquirir el hábito que requiere esa clase de trabajos.

Al hacer mencion de estos caballeros, no debemos olvidar a don José Alberto Bravo, tan conocido en nuestra sociedad por su talento i por su ilustracion i que, con ese celo que siempre pone al servicio de todo lo que emprende, supo hacerse notar por su habilidad i por su constancia, sirviendo de colaborador al señor Barnaud.

Por fin, indiquemos cuál fué el plan de trabajo que se nos comunicó la víspera del tránsito de Venus a cada uno de los que tuvimos el honor de colaborar en union de los distinguidos miembros de la Comision francesa:

Digitized by Google

Cerro Negro, 5 de diciembre de 1882.

INSTRUCCIONES PARA EL 6 DE DICIEMBRE DE 1882.

Ecuatorial de 8 pulgadas.	Ecuatorial de 6 pulgadas.	Anteojo meridiano del Depósito de la Marina.
SEÑOR DE BERNARDIERES, observador.	SEÑOR BARNAUD, observador.	SEÑOR FAVEREAU, observador.
« BOURGAREL, cronómetro sid. 828.	« WIET, cronómetro T. m. 541	« RAMEL, cronómetro T. m. 952.
« ZEGERS, cronógrafo.	« BRAVO, cronómetro T. m.	
« LALANDE, cronómetro T. m. 476.	« MERCIER, cronógrafo.	
« DEFFES, ayudante.	« SIMON, ayudante.	

Cada uno deberá encontrarse en su puesto desde las 8^h 45^m A. M., i deberá permanecer en él sea cual fuere el estado del tiempo. Ninguna persona estraña será admitida al observatorio.

A las 8^h 30^m se dará cuerda a los crónómetros i se harán las comparaciones con el péndulo sideral de la sala meridiana; estas comparaciones volverán a repetirse a las 4 de la tarde.

A causa del adelanto, i a veces de la marcha irregular de los cronómetros siderales que sirven de guardatiempo para los cronógrafos, se harán frecuentes comparaciones entre esos cronómetros i el péndulo sideral. Se evitará efectuarlas miéntras el señor Favereau observe en la sala meridiana.

Se tomarán medidas de las distancias de los cuernos entre el primero i el segundo contacto; entre el tercero i el cuarto se interrumpirán durante algunos minutos, hácia la aproximacion de los pasos del centro de Venus sobre el borde del Sol, i serán reemplazadas por mensuras de la cuerda comun en el borde de Venus.

Digitized by Google

Ademas de las distancias micrométricas ejecutadas segun la línea de los centros entre el centro de Venus i el borde próximo del Sol, se efectuará séries de medidas:

1º De los diámetros de Venus en la direccion de los centros i perpendicularmente a la línea de los centros;

2º De los diámetros de Venus i del Sol en declinacion i de las diferencias de declinacion del centro de Venus i del borde próximo del Sol;

3º De los diámetros en ascension recta de Venus i de las diferencias en ascension recta del centro de Venus i del borde próximo del Sol;

4º De las diferencias de ascension recta de los dos bordes del Sol i de los dos bordes de Venus, inscribiendo los tiempos de los pasos de esos bordes por los diferentes hilos fijos i movibles. Esta medida deberá efectuarse particularmente con el ecuatorial de 6 pulgadas, en el momento del paso por el meridiano.

Se determinará frecuentemente los puntos de coincidencia de los hilos fijos i de los hilos movibles con el objeto de remediar la variabilidad de la tension de los hilos.

Ademas de las observaciones ejecutadas con el anteojo meridiano arreglado en altazimut, el señor Favereau observará con el anteojo de la sala meridiana los pasos por el meridiano de:

α	*Vírjen.*	AR=$13^{h.}$ $19^{m.}$
β	*Centauro*.....	$13^{h.}$ $55^{m.}$
	Sol.....	$16^{h.}$ $52^{m.}$
α	*Aguila*.....	$19^{h.}$ $45^{m.}$
α	*Grúa*.....	$22^{h.}$ $01^{m.}$
α	*Peces*.....	$22^{h.}$ $51^{m.}$

Las señales serán enviadas al cronógrafo instalado en el pabellon del ecuatorial de 8 pulgadas; cada observacion de tránsito será precedida i seguida de tres señales de tiempo, rejistradas inmediatamente en el cronógrafo. Al hacer las observaciones meridianas se visará las dos

Digitized by Google

miras i se efectuará una o dos nivelaciones. El señor Favereau aprovechará su presencia en la sala meridiana para anotar la altura barométrica, la temperatura del aire, el estado del cielo i de la atmósfera.

Horas aproximadas de los contactos i ángulos con el polo.

	Horas T. m.		Horas siderales.		Angulos con el polo imájen directa.
	h	m	h	m	
1er contacto esterior.	21	13.0	14	14.0	N 144° Este
1er contacto interior.	21	33.0	14	34.0	N 148° Este
2º contacto interior.	3	06.9	20	08.9	N 243° Este
2º contacto esterior.	3	26.8	20	28.9	N 246° Este

Tan pronto como se terminen las observaciones, cada observador redactará una nota especificando las circunstancias principales de la observacion, con las horas de las diversas faces de los contactos.

Las horas dadas por cada uno de los cronómetros guarda-tiempo, irán acompañadas de comparaciones tomadas ántes i despues con el péndulo de la sala meridiana.

De Bernardieres,
Jefe de la Comision.

El dia 6 de diciembre.

Los temores que habia hecho concebir el estado del tiempo durante el mes de noviembre i a principios de diciembre, tenian sobrado fundamento. Durante la mayor

Digitized by Google

parte del mes de noviembre, el cielo se mostró cubierto en gran parte, i el dia anterior al paso "una espesa bruma nos envolvió, relata el señor de Bernardières, hasta pasado medio dia; i, la víspera, el Sol no se mostró sino a las 10^h de la mañana.

"Por fin llegó el dia tan esperado i a la vez tan temido. Desde las 5^h ya nos encontrábamos en pié i pudimos presenciar la espléndida aparicion de un Sol radiante en una atmósfera pura i en calma. Jamás observacion alguna se habia presentado bajo mas favorables auspicios.

"El gobernador de San Bernardo, el Señor Rodolfo Errázuriz, que tantos servicios nos prestó durante la construccion de nuestro observatorio, se sirvió poner a mi disposicion un piquete de caballería para que nos librase de los curiosos, e impidiera transitar por el camino mas cercano, para evitar así el polvo. Por otra parte, el tiempo continuó tranquilo; hácia el medio dia algunas ráfagas refrescaron las capas de aire próximas al suelo i un poco mas tarde empezó una brisita del sud-oeste, pero no arreció".

Conforme al programa trazado, todos los señores nombrados se encontraban en el puesto que les fué designado a las 8^h 45^m, i permanecieron dedicados enteramente a sus trabajos hasta que concluyeron las observaciones, siguiendo estrictamente las indicaciones del previsor jefe.

Durante los minutos que precedieron al primer contacto de Venus con el Sol, reinaba en los pabellones del observatorio un silencio solo interrumpido por el monótono ruido de los cronógrafos, cuyas cintas de papel se desarrollaban uniformemente, listas para recibir las inscripciones que, por medio de contactos eléctricos, trasmitian los observadores. No se presentó fenómeno alguno que no fuese anotado exactamente con una admirable exactitud. La voz del señor de Bernardières clara i pausada, no dejaba dudas a sus ayudantes, i ningun instrumento sufrió perturbacion alguna. La llegada de la hermosa esposa de Febo, embellecida ese dia por una atmósfera diáfana i tranquila, fué inscrita en el acto de ser anunciada, i desde ese momento se la siguió dejando, a cada instante, constancia de su posicion matemática.

Digitized by Google

Efectuado el primer contacto "los dos micrómetros de que estaba provisto mi ecuatorial, me permitieron efectuar, decia el señor de Bernardières, numerosas medidas en satisfactorias condiciones de exactitud:

"36 distancias de los cuernos;

"50 medidas de los diámetros de Venus i del Sol en todas las direcciones;

"10 diferencias;

"8 medidas de diferencias de ascension recta.

"La comparacion de las señales inscritas cronográficamente i de las inscritas con los cronómetros, tiempo medio i tiempo sideral, presenta la coincidencia mas completa.

"En fin, a la entrada i a la salida del planeta, reproduje i observé cada vez cinco contactos artificiales valiéndome de los prismas birefrinjentes especialmente estudiados por el señor capitan de navío Fleuriais i adoptados por la Comision.

"Las observaciones del señor Barnaud con el ecuatorial de seis pulgadas i las del señor Favereau con el anteojo meridiano (arreglado en el altazimut), fueron tomadas igualmente en excelentes condiciones.

"Al concluir el dia, i despues que cada uno de nosotros hubo redactado i formado el acta de sus observaciones; cuando pudimos en fin comunicarnos nuestros resultados, comprobamos gozosos que presentaban una satisfactoria concordancia".

Esas notas redactadas, como dice el señor de Bernardières, inmediatamente despues de las observaciones, i en las cuales está resumida la labor de esa memorable jornada, fueron dirijidas al señor Presidente de la Comision de Venus en Paris, al dia siguiente.

El resúmen i la carta con que la acompañó el laborioso astrónomo, son estos:

Digitized by Google

COMISION DE CHILE.

SEÑOR PRESIDENTE,

Cerro negro, 7 de diciembre de 1882.

"He tenido el honor de dirijiros ayer en la tarde un telegrama para anunciaros el pleno éxito de nuestras observaciones, favorecidas por un cielo espléndido, que no podia hacernos esperar la mayor parte de los precedentes dias. Rara vez habiamos tenido, desde nuestra llegada a Chile, una atmósfera tan pura desde la mañana; a contribuido mucho igualmente a la nitidez de las apariencias del fenómeno la gran altitud de nuestro observatorio. Las actas adjuntas han sido redactadas inmediatamente despues de la observacion i ántes de toda comunicacion entre los observadores. Las horas, en tiempo medio de Paris, podrán ser susceptibles de rectificarse en 3ª o 4ª, despues de la reduccion de las observaciones destinadas a determinar la lonjitud de Cerro negro.

"Se han efectuado numerosas medidas micrométricas, alternadas con determinaciones de diámetros i diferencias de ascension recta i de declinacion. Tambien han sido empleados los prismas. Las observaciones de mi colaborador, el señor Favereau, han sido practicadas con un pequeño anteojo dispuesto al efecto. A pesar de las pequeñas dimensiones del instrumento, los resultados obtenidos parecen mui satisfactorios.

"Tendré el honor de dirijiros, por el próximo correo, el detalle de nuestras observaciones, que actualmente nos ocupamos de ordenar. Tan pronto como se termine ese trabajo, tomaremos, en cuanto a lo que nos concierne, las disposiciones necesarias para determinar las diferencias telegráficas de lonjitud entre Santiago, Valparaiso, el Callao i Buenos Aires.

"Soi, con un profundo respeto, señor Presidente, vuestro mui obediente servidor.

"O. DE BERNARDIERES,
Jefe de la Mision"

Digitized by Google

"Observacion del paso de Venus, el 6 de diciembre de 1882.

"*Cerro Negro, cerca de San Bernardo.—Ecuatorial de* 0.^{m}21 (8 *pulgadas*).

"*Observador: señor de Bernardières.—Posicion aproximada del observatorio: latit.* 33° 36′ 30″ *Sur; lonjit.* 4^{h} 52^{m}. 3^{s}. *Oeste de Paris.*

"PRIMER CONTACTO.

"Se percibió fuera del borde del Sol, a una distancia de 10" a 15", una especie de creciente de Venus iluminado i que formaba parte de un disco que no se distinguia del lado opuesto del Sol, sino por una aureola luminosa. El aspecto de ese disco tiene analojía con el que presentaba Venus dos o tres dias ántes del fenómeno.

"Ese creciente desaparece como una imájen fujitiva.

Cronómetro (tiempo medio) n.° 476.	Cronómetro sideral. n.° 828.	Péndulo sideral. Inscripciones cronográficas.	Hora (tiempo sideral) del lugar.	Hora (tiempo medio) del lugar.	Hora (tiempo medio) de Paris.
h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
14. 4. 56	14. 14. 43	14. 15. 30	14. 16. 35	21. 15. 33	2. 7. 36

"*Observacion.*—Próximamente cuatro minutos despues, el borde de Venus produjo sobre el Sol una escotadura tan grande, que fué imposible reconstituir de una manera cualquiera aproximada el momento del contacto.

SEGUNDO CONTACTO.

14. 22. 17	14. 32. 7	14. 32. 54(1)	14. 33. 58	21. 32. 55	2. 24. 58

"El borde esterior de Venus está rodeado por una aureola luminosa mas clara que la del contorno del planeta que ya se encuentra sobre el Sol.

14. 22. 54	14. 32. 44	14. 33. 31	14. 34. 36	21. 33. 33	2. 25. 36

Digitized by Google

"Los dos discos están todavía mordidos mui netamente; el borde del Sol no presenta aspecto alguno particular.

14.23.26	"	14.34.3(2)	14.35.8	21.34.5	2.26.8

"Formacion sobre el borde del Sol de una pequeña banda negra tan oscura como el planeta i de mas estension que la cuerda comun de contacto. Esta banda, que tiene un espesor mui pequeño, se ha producido frecuentemente en las observaciones del paso artificial.

14.23.47	14.33.37	14.34.24(3)	14.35.28	21.34.25	2.26.28

"*Aparicion de un primer filete luminoso, no persistente.*

14.23.59	"	14.34.36	14.35.41	21.34.38	2.26.41

"*El ligamento existe aún, aunque el filete luminoso tenga una cierta anchura i sea persistente.*

14.24.11	14.34.3	14.34.48	14.35.53	21.34.50	2.26.53

"El ligamento ha desaparecido enteramente despues de haber pasado por tintes mas claros; de cierta manera, se ha como fundido.

TERCER CONTACTO.

19.55.33	20.6.25	20.7.5	20.8.10	3.6.12	7.58.15

"El borde de Venus i el del Sol son mui netos. La parte que los separa comienza a colorarse de amarillo claro. Se empujó el vidrio coloreado para obtener mayor intensidad luminosa. El color amarillo desaparece casi enteramente.

19.57.41	20.8.34	20.9.14	20.10.19	3.8.21	8.0.24

"Formacion entre los dos bordes i junto al del Sol de un ligamento un poco gris primero, negro en seguida. El aspecto es el mismo que en el primer contacto interno. El filete luminoso no es interceptado.

19.58.6	"	20.9.39	20.10.44	3.8.46	8.0.49

Digitized by Google

"*Contacto jeométrico bastante neto.*—Un filete luminoso mui delgado aparece todavía por instantes.

19.58.12	20.9.6	20.9.45	20.10.51	3.8.53	8.0.56

"Desaparicion del filete luminoso.

19.58.35	20.9.28	20.10.8	20.11.13	3.9.15	8.1.18

El borde de Venus muerde de una manera mui aparente sobre el borde del Sol.

CUARTO CONTACTO.

20.16.14	20.27.10	20.27.49	20.28.54	3.26.53	8.18.56

"Ninguna coloracion en los bordes; la escotadura es mui neta.

20.17.52	20.28.48	20.29.28	20.30.33	3.28.32	8.29.35

"Los dos discos están todavía en contacto de una manera aparente.

20.18.2	20.28.59	20.29.39	20.30.44	3.28.42	8.20.46

"El borde del Sol no lleva ninguna traza de escotadura. Venus aparece enteramente fuera. *Es la hora que se debe adoptar para el contacto.*

20.18.11	20.29.8	20.29.47	20.30.53	3.28.51	8.20.55

"El fenómeno queda terminado ciertamente.

"El segundo contacto esterno ha sido el mas neto i se produjo sin perturbacion alguna luminosa. No parece que pueda haber una indecision de mas de 2 a 3 segundos con respecto al momento dado mas arriba.

Comparaciones, a las $6^h\ 30^m$ *de la mañana, el* 6 *de diciembre.*

	h m s		h m s
Péndulo.....	11. 22. 50	Péndulo.....	11. 25. 40
Cronómetro nº 476.	11. 12. 44,8	Cronómetro nº 828.	11, 24. 49,5
	0. 10. 5,2		0. 0. 50,5

Digitized by Google

Comparaciones, a la $3^h\ 40^m$ *de la tarde, el dia* 6 *de diciembre.*

	h m s		h m s
Péndulo.....	20. 33. 20	Péndulo.....	20. 35. 10
Cronómetro nº 476.	21. 21. 43,4	Cronómetro nº 828.	20. 34. 30,5
	0. 11. 36,6		0. 0. 39,5

"Copia conforme al acta levantada despues del paso.

O. DE BERNARDIERES,
Jefe de la Mision."

"*Nota complementaria hecha despues de la redaccion del acta de mas arriba.*

"*Primer contacto.*—En el momento en que he percibido la escotadura sobre el borde del Sol, el error cometido en una estimacion del tiempo de contacto habria podido llegar a 20 segundos; en esas condiciones, he preferido abstenerme de dar una hora que seria mui incierta. Los bordes de la escotadura, i particularmente las puntas de los cuernos, han sido ménos netos que en la proximidad del cuarto contacto.

"*Segundo contacto.*—(1) La aureola luminosa que rodea a Venus es de un color mui claro; los cuernos son bastante netos; hai no obstante algunas ondulaciones.—(2) Esta banda, mas ancha que los cuernos, se asemeja a una pina estampada sobre el Sol, tiene un espesor uniforme, i sus bordes esteriores son perfectamente terminados.—(3) El fenómeno de la aparicion del filete luminoso ha sido mui neto; a partir de ese momento se han producido ondulaciones, el filete luminoso desaparecia i aparecia frecuentemente hasta las $^{h}_{14}\ ^{m}_{34}\ ^{s}_{36}$, hora en que la luz se hace persistente. Desde las $^{h}_{14}\ ^{m}_{34}\ ^{s}_{30}$, los dos bordes están separados por tintas grises; *segun la definicion dada en las instrucciones de la Comision internacional, ese momento deberia ser el del contacto.*

"*Tercer contacto.* —Considero que el tercer contacto tuvo lugar a las $^{h}_{20}\ ^{m}_{9}\ ^{s}_{39}$. Es el momento en que el ligamento se formó por completo tomando un color tan negro como el cuerpo del planeta.

Digitized by Google

"*Cuarto contacto.*—Los cuernos son de una nitidez extraordinaria, i es fácil seguir hasta el último instante la forma de la escotadura.

"*Estado del péndulo sideral segun las observaciones ejecutadas ántes, durante i despues del fenómeno.*

"Retardo: primer contacto, $0^h\ 1^m\ 4^s,64$; segundo contacto, $0^h\ 1^m\ 4^s,67$; tercer contacto, $0^h\ 1^m\ 5^s,31$; cuarto contacto, $0^h\ 1^m\ 5^s,34$.

Cerro Negro, el 7 de diciembre de 1882.

O. DE BERNARDIERES,
Jefe de la Mision."

Cerro Negro, cerca de San Bernardo:—Ecuatorial de 0^m16 (6 *pulgadas*).

Observador: SEÑOR BARNAUD.—*Posicion aproximada del observatorio: latitud,* 33,° 36; lonjitud, $4^h\ 52^m\ 3^s$ *oeste.*

PRIMER CONTACTO (ESTERNO): 2 TOPES.

Primer tope.

Cronómetro 541. Cron. Dent.		Péndulo sideral cronógrafo.	Hora sideral.	Hora tiempo medio.	Hora t. medio París.
h m s	h m s		h m s	h m s	h m s
1. 58. 51,5	"	El tope no se inscribió.	14. 13. 13,47	9. 12. 14,44	2. 4. 17,44

"Se forma una especie de aureola luminosa fuera del Sol, se cree distinguir el disco de Venus.

Segundo tope.

2. 1. 38	9. 17	"	14. 15. 59,7	9. 15	2. 7. 3

"Aparece una discontinuidad bien definida sobre el borde luminoso del Sol; existia desde hace 20^s próximamente a juzgar por la escotadura ya producida.

SEGUNDO CONTACTO (INTERNO): 4 TOPES.

"*Observaciones jenerales.*—Mucho ántes del contacto, se ve la parte del disco que está fuera del Sol. Por todo el

Digitized by Google

rededor del disco se ve una aureola luminosa que se acerca mas i mas al borde del Sol i que podria tomarse como un contacto.

"Venus tiene el aspecto siguiente: en el centro un núcleo mui negro, i por el rededor una parte ménos oscura pero que limita bastante bien los bordes del planeta. La aureola luminosa es como iluminacion de esta parte ménos oscura.

"Minuto i medio ántes de mi primer tope, la aureola luminosa está bien acentuada, sobre todo, al rededor de la parte del disco que ya ha penetrado en el Sol. A medida que Venus entra, la aureola luminosa gana el borde del Sol i podria tomarse por un contacto.

Primer tope.

2. 20. 13,5	9. 35. 36,5	14. 33. 35,4	14. 34. 40	9. 33. 37	2. 25. 40

"Filete luminoso.

Segundo tope.

2. 20. 38,5	„	14. 33. 59,5	14, 35. 3	9. 34. 4	2. 26. 3

"Desaparicion del filete luminoso; se forma entre Venus i el Sol una sombra ménos negra que el núcleo del planeta; debe formar parte del disco de Venus.

Tercer tope.

2. 20. 48,5	„	14.34.13,58	14.35.14	9.34.11	2.26.14

"Nueva aparicion de un filete luminoso bien determinado.

Observacion verbal sin tope. Sombra entre Venus i el Sol.

Cuarto tope.

2, 21. 16,5	„	14.34.37,24	14.35.42	9,34.38	2.26.41

"Ruptura de la sombra; no vuelve a formarse.

Digitized by Google

TERCER CONTACTO (INTERNO): 2 topes.

Primer tope.

7.55.13	3.10.35,5	20.9.28,64	20.10.34	3.8·36	8.0.39

"Se forma un lijero ligamento entre Venus i el Sol; comienza la discontinuidad sobre el borde luminoso del Sol.

Segundo tope.

7.55.31	„	20.9,47	20.10.52	3.8. 54	8.0.57

"Contacto jeométrico *mui pronunciado.*

CUARTO CONTACTO (ESTERNO): 1 TOPE.

8.15.26	3.20.49,5	20.29.45,14	20.30.50	3.28.49	8.20.52

"Cesa toda discontinuidad en la iluminacion del borde del Sol. Venus desaparece.

Cerro Negro, cerca de San Bernardo.

"Ecuatorial de 0.^{m}16 (6 pulgadas).—Observador: señor Barnaud. (Nota hecha rápidamente al fin de las observaciones i puesta inmediatamente en manos del Jefe de la Mision).

Para anotar los tiempos, teníamos a nuestra disposicion el cronómetro Winnerl 541, un cronómetro ingles que nos habia prestado el director del Observatorio de Santiago i un cronógrafo que inscribia la hora del péndulo sideral.

		h m s
Comparacion ántes	541	1.21.30
	Péndulo	1.34.41
	Cronómetro ingles	8.39.30
	Péndulo	1.37.18,7

Digitized by Google

		h m s
Comparacion despues	541	8.49.0
	Péndulo	9.3.24
	Cronómetro ingles Dent	4.0.0
	Péndulo	8.59.1

Estado del péndulo sideral en el momento del contacto.

	h m s	
En el primer contacto	0. 1. 4.64	Retardo.
En el segundo contacto	0. 1. 4.67	
En el tercer contacto	0. 1. 5.31	
En el cuarto contacto	0. 1. 5.34	

"El ecuatorial de 0.^{m}16 (6 pulgadas) de Jinebra no obedecia a la manecilla para el movimiento de ascension recta, ni a la manecilla de declinacion; i ademas, no siempre era arrastrado por el movimiento de relojería, haciéndose necesario, por consiguiente, que las dos manos del observador se ocupasen de mover el instrumento. Como el observador no pudiera dar por sí mismo el tope para la inscripcion en el cronógrafo, era dado por el timonel Mercier en el momento requerido.

"En el momento de los contactos, el ayudante encargado del cronómetro ingles Dent debia sobre todo atender a la inscripcion de las observaciones verbales, de suerte que no hubo tiempo de anotar las horas de cada faz.

"*Nota escrita el 7 de diciembre en la mañana.*—Despues de un estudio completo de nuestras observaciones hemos llegado a interpretar de la manera siguiente algunos de los topes dados (1):

"*Primer contacto.*—El segundo tope fué dado en el momento en que la escotadura sobre el borde del Sol estaba ya acentuada. Hemos estimado que ese tope podia tener un retardo de 20 segundos. Esta apreciacion no tiene mucha certidumbre para que de ella pueda deducirse con una precision bastante el instante del contacto.

(1) A propósito de la interpretacion de los momentos correspondientes a los contactos, el señor de Bernardières nos envió dos dias despues del tránsito de

Digitized by Google

"*Segundo contacto.*—Durante todo su trayecto sobre el Sol, hemos visto a Venus con el aspecto descrito anteriormente; es decir, presentando un núcleo central mui negro rodeado de una sombra *lijeramente ménos negra*, pero con contornos bien definidos. Nuestras medidas nos han permitido comprobar a menudo que esos contornos formaban indudablemente parte del disco de Venus.

"Al entrar sobre el Sol, presentaba el mismo aspecto; pero, ademas, estaba envuelta con una aureola luminosa a veces mui brillante. Pensamos que la ruptura de la sombra, anotada por medio del cuarto tope, debe ser el instante del primer contacto interno. Los filetes luminosos cuya aparicion corresponde al primero i al tercer tope, provenian sin duda de la aureola de que ya hemos hablado. Debemos, por lo tanto, llamar la atencion al hecho que el filete luminoso, cuyo instante corresponde al tercer tope, tenia un ancho apreciable.

Venus las horas de esos fenómenos espresadas en tiempo medio de Santiago, junto con la carta siguiente que a ésta cuestion se refiere:

"*Sábado, 9 de diciembre.*

"*Mi querido amigo:*

"*Le envío adjunto el resultado de nuestras observaciones de los contactos. Escepto para el último, en el cual todo el mundo está de acuerdo en que no se ha producido ningun fenómeno luminoso extraordinario, las horas de los contactos internos pueden dar lugar a discusion, tomando los unos, por contacto la aparicion o la desaparicion del filete luminoso; otros el contacto jeométrico, otros la formacion o la ruptura del ligamento, o alguna otra apariencia. Lo que para mi tiene mucho valor, es la concordancia de los instantes encontrados con nuestros tres instrumentos para los mismos fenómenos, que por otra parte nosotros nos habiamos habituado a anotar de la misma manera en los esperimentos del paso artificial que se ejecutaron en Paris. Son esas horas las que se compararán con las de las otras comisiones francesas i con las de las demas naciones que se hayan sujetado a las Instrucciones de la Comision Internacional.*

"*Publique Ud. si quiere esos resultados. Se lo repito, nuestros topes son mui concordantes, i la pequeña diferencia que Ud. comprobará en las horas de contacto, no provienen sino de una apreciacion diferente del texto de las Instrucciones. Esta apreciacion podrá someterse a una revision por la Comision Internacional, miéntras que nuestros topes i los fenómenos rejistrados son absolutamente ciertos.*

"*He tenido que enviar cuatro actas a Paris; el estudio de las cintas de los cronógrafos ha sido tambien mui largo; lo que esplicará a Ud. el retardo con que le envio los resultados que le interesan a Ud. doblemente, puesto que tuvo la bondad de ser nuestro colaborador con tanta amabilidad como abnegacion.....*

O. DE BERNARDIERES.

Señor Luis L. Zegers

Santiago.

Digitized by Google

"*Tercer contacto.*—Nuestro primer tope nos parece que debe ser considerado como el instante del contacto.

"*Cuarto contacto.*—No dimos sino un tope, correspondiente al momento en que se redujo a nada la escotadura sobre el borde del Sol.

"Durante todo el tiempo de nuestras observaciones nos ha sido posible ver mui distintamente las granulaciones del Sol.

San Bernardo, 8 de diciembre de 1882.

BARNAUD.

Cerro Negro, cerca de San Bernardo.

ANTEOJO MERIDIANO DEL DEPÓSITO DE LA MARINA Nº 42.

Observador: SEÑOR FAVEREAU.—*Posicion aproximada del observatorio: latitud,* 33° 36′ 30″; *lonjitud,* 4^h 52^m 3^s *oeste*

Horas en las que se dieron los topes.

Hora del cronómetro 952 Dumas	Hora del péndulo sideral.	Hora sideral del lugar.	Hora media del lugar.	Hora media de Paris.
PRIMER CONTACTO.				
h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
9.19.40	14.13.53,4	14.14.58	21.13.58,1	2.6.1,2

"*Primer tope.*—He creido percibir en ese momento una pequeña escotadura; pero bien podria ser una ilusion causada por el movimiento ondulatorio del borde del Sol (no obstante mui débil) puesto que la perdí de vista inmediatamente despues. Me ha parecido percibirla todavía otra vez algunos segundos mas tarde, pero de una manera fujitiva.

9.20.21,2	14.14.34,6	14.15.39,2	21.14.39,3	2.6.42,4

"*Segundo tope.*—Solo en este momento he visto la escotadura de una manera neta i persistente. He estimado *a*

Digitized by Google

ojo la distancia de los cuernos, en ese momento, en cinco espesores del hilo de mi anteojo, o sea 20 segundos de arco (esta distancia de cinco espesores de hilo o de 20 segundos de arco es una medida a la cual yo he habituado mi vista con anterioridad).

SEGUNDO CONTACTO.

9.36.24	14.30.40,4	14.31.45,1	21.30.42,1	2.22.45,2

"*Tercer tope.*—En ese momento, todavía distante varios minutos del momento del contacto, todo el borde de Venus lo veo fuera del Sol rodeado de una aureola luminosa. El cuerpo mismo del planeta situado al esterior del Sol está iluminado con una luz cenicienta.

9.37.28	14.31.44,4	14.32.49,1	21.31.46,1	2.23.49,2

"*Cuarto tope.*—Se ilumina mas el borde esterior de Venus. Continúan siendo mui netos los cuernos.

9.39.35	14.33.51,4	14.34.56,1	21.33.53,1	2.25,56,1

"*Quinto tope.*—Parece tener lugar el contacto jeométrico. Siempre netos los cuernos, distan próximamente cinco espesores de hilo.

9.40.7	14.34.23,4	14.35.28,1	21.34.15,1	2.26.28,2

"*Sesto tope.*—Se ilumina sensiblemente la union negra que reune el cuerpo del planeta al borde del Sol.

9.40.20	14.34.36,4	14.35.41,1	21.34.38,1	2.26.41,2

"*Sétimo tope.*—Aparicion del filete luminoso (a partir de la hora 9^h 40^m 7^s cesó de ser persistente la discontinuidad en la iluminacion del borde del Sol). Por consiguiente, es la que parece corresponder a la definicion del contacto interno, dada en las Instrucciones formuladas por la Conferencia Internacional. La hora 9^h 40^m 20^s es la que corresponde a aquella que, a partir de la cual, la luz que separaba los bordes no ha sido oscurecida sino por sombras

Digitized by Google

grises que aparacian i desaparecian alternativamente durante algunos instantes aun.

TERCER CONTACTO.

3.13.15	20.8.25,8	20.9.31,1	3.7.33,1	7.59.36,2

"*Octavo tope.*—El filete luminoso es mui claro. La distancia de los bordes próximos es casi igual al espesor de un hilo.

3.14.22	20.9.32,8	20.10.38,1	3.8.40,1	8.0.43,2

"*Noveno tope.*—Union gris.

3.14.36	20.9.46,8	20.10.52,1	3.8.54,1	8.0.57,2

"*Décimo tope.*—Union negra; distan los cuernos cinco espesores de hilo próximamente.

"He esperado hasta las $3^h\ 14^m\ 36^s$ para dar ese tope, a fin de estar bien seguro de que la union que reunia los bordes de Venus i del Sol era tan negra como el cuerpo del planeta. Pero, a decir verdad, esa union ha oscurecido casi súbitamente despues del tope $3^h\ 14^m\ 22^s$; de suerte que yo tomaria el término medio de esos dos topes, sea $3^h\ 14^m\ 29^s$, como hora del contacto tal cual está definido por las Instrucciones.

3.14.55	20.10.5,8	20.11.11,1	3.9.13,1	8.1.16.2

"*Undécimo tope.*—Contacto jeométrico aparente.

CUARTO CONTACTO.

3.34.27	20.29.41,1	20.30.46,4	3.28.45,1	8.20.48,2

"*Duodécimo tope.*—Ha desaparecido todo indicio de escotadura en el Sol.

"N.-B.—No he visto producirse a la salida el mismo fenómeno de iluminacion del borde de Venus esterior al Sol que habia comprobado a la entrada.

Digitized by Google

Comparaciones del cronómetro 952 Dumas (tiempo medio) que ha servido en la observacion con el péndulo.

6 de diciembre de 1882, a las 9h 5m de la mañana.

	h m s
Péndulo	2. 4. 0
Cronómetro 952 Dumas	9. 9. 48,2
Péndulo.—Cronómetro	4. 54. 11,8
Hora sideral.—Péndulo	0. 1, 4,6
Hora sideral.—Cronómetro	4. 55. 16,4
Ascension recta media	17. 0. 58,2
Cronómetro.—Hora media	0. 5. 41,8

6 de diciembre de 1882, a las 2h 49m de tarde.

	h m s
Péndulo	7. 49. 30
Cronómetro 952 Dumas	2. 54. 22,5
Péndulo.—Cronómetro	4. 55. 7,5
Hora sideral.—Péndulo	0. 1. 5,3
Hora sideral.—Cronómetro	4. 56. 12,8
Ascension recta media	17. 1. 54,7
Cronómetro.—Hora media	0. 5. 41,9

6 de diciembre de 1882, a medio dia.

	h m s
Péndulo	5. 1. 0
Cronómetro 952 Dumas	0. 6. 19,5
Péndulo.—Cronómetro	4. 54. 40,5
Hora sideral.—Péndulo	0. 1. 5,0
Hora sideral.—Cronómetro	4. 55. 45,5
Ascension recta media	17. 1. 27,4
Cronómetro.—Hora media	0. 5. 41,9

6 de diciembre de 1882, a las 3h 52m de la tarde.

	h m s
Péndulo	8. 53. 0
Cronómetro 952 Dumas	3. 57. 42,2
Péndulo.—Cronómetro	4. 55. 17,8
Hora sideral.—Péndulo	0. 1. 5,4
Hora sideral.—Cronómetro	4. 56. 23,2
Ascension recta media	17. 2. 5.1
Cronómetro.—Hora media	0. 5. 41,9

"El estado del péndulo (Hora sideral.—Péndulo) se ha deducido de observaciones calculadas hasta el 6 de diciembre. Puede considerarse como exacto con una aproximacion de $0^s,1$.

"En cuanto al cronómetro, tiempo medio (952 Dumas), se ve que puede considerársele con un adelanto constante de $5^m\ 41^s,9$ sobre la hora media del observatorio durante todo el tiempo del paso.

"Observatorio de Cerro Negro, 6 de diciembre de 1882, a las $4^h\ 15^m$ de la tarde.

"El Observador,

FAVEREAU

Digitized by Google

"*Nota esplicativa escrita despues de la redaccion de la anterior.*

"La hora que yo adoptaria como correspondiente al primer contacto seria la del segundo tope, disminuida del intervalo de tiempo que el planeta necesitó para pasar del contacto jeométrico a la posicion anotada en el segundo tope, es decir, haciendo sobre el borde del Sol una escotadura cuya altura es igual a 20 segundos de arco.

Completemos los interesantes datos anteriores con el cuadro a que nos referimos anteriormente.

Horas espresadas en tiempo medio del Observatorio de Santiago i encontradas con los diversos instrumentos de la Comision francesa para los momentos de los cuatro contactos.

ECUATORIAL DE 8 PULGADAS.

1er Contacto..	„	Cuando se percibió la escotadura estaba mui pronunciada para que se pueda dar con alguna precision una estimacion retrospectiva.
	h m s	
2º Contacto..	21. 34. 32	
3er Contacto..	3. 08. 46	
4º Contacto..	3. 28. 42,5	

ECUATORIAL DE 6 PULGADAS.

1er Contacto..	21. 14. 40	No se cree sacar partido de este contacto, que se considera como imperfecto.
	h m s	
2º Contacto..	21. 34. 38	
3er Contacto..	3. 08. 35	
4º Contacto..	3. 28. 49	

Digitized by Google

ANTEOJO MERIDIANO DISPUESTO EN ALTAZIMUT.

	h m s	
1er Contacto..	21. 14. 12	La escotadura se percibió a las 21h 14m 12;s pero la hora dada para el contacto se dedujo de una estimacion de las dimensiones de la escotadura dictada en el momento mismo en que se la percibió.
2º Contacto..	21. 34. 25	
3er Contacto..	3. 08. 47	
4º Contacto..	3. 28. 45	

Viaje de regreso.

Procurando esponer con claridad los diversos trabajos que ejecutó la Comision francesa en nuestro pais, nos hemos apartado ex-profeso del órden cronolójico, creyendo que al proceder así, no quitábamos la unidad a nuestro modesto trabajo. Con efecto, las operaciones jeodésicas que hemos descrito, fueron ejecutadas en su mayor parte despues de la observacion del tránsito de Venus; i algunos de los miembros de la Comision que tomaron parte en esos trabajos, partieron a Francia desde la última estacion que fué Panamá, como aconteció al señor Barnaud, que el 1º de marzo del año actual, se dirijió desde esa localidad a Francia, acompañado de algunos de los ayudantes.

En unas pocas pájinas del interesante informe dirijido a la Oficina de Lonjitudes de Francia, relata el señor de Bernadières su viaje de vuelta, en union del señor Favevereau.

Digitized by Google

Despues de habernos despedido de su excelencia el Presidente de la República, de los Ministros (1) i de todas las

(1) Hé aquí la sentida nota por medio de la cual se despidió de nuestro progresista Gobierno, el Jefe de la Comision francesa.

"Instituto de Francia.—Academia de ciencias.—Tránsito de Venus, 1882.—Mision de Chile.—Valparaiso 4 de Marzo de 1883.—Señor Ministro: En el momento de dejar a Chile, cumplo un deber mui grato renovándoos la espresion de mis sentimientos de profunda gratitud por el benévolo interes que no habeis cesado de manifestarme. Habeis tenido a bien colocar nuestra obra bajo vuestro eminente patrocinio, i hemos sido constantemente sostenidos por el alto apoyo del Gobierno, que se ha hecho una gloria en protejer i desarrollar la ciencia, i por la ayuda de las Administraciones cuyo concurso tan discreto como ilustrado no podríamos elojiar lo bastante.

"Hemos encontrado en las Compañías privadas, en todos los ciudadanos, las mismas simpatías; i el recuerdo de la cariñosa hospitalidad que hemos recibido en vuestro hermoso pais, quedará para siempre grabado en el fondo de nuestros corazones.

"Condiciones tan preciosas, unidas a las ventajas de un cielo a ningun otro comparable, debian dar el éxito; i me es grato, señor Ministro, haceros conocer que nuestros últimos trabajos no han sido ménos favorecidos que los primeros.

"¿Me atreveré a pediros que tengais a bien ser el intérprete de mi reconocimiento para con el pais entero, del cual nos consideramos felices i estamos orgullosos de haber sido durante algunos meses los huéspedes i los colaboradores? Permitidme, a lo ménos, señor Ministro, no separarme de vuestra querida patria sin decirme su admirador i su sincero amigo.

"Recibid, señor Ministro, el homenaje de los sentimientos respetuosos con los que tengo el honor de ser,

"Vuestro mui adicto servidor.—O. DE BERNARDIERES, Jefe de la mision.

Al señor Ministro de Instruccion Pública, don José Eujenio Vergara.

Digitized by Google

distinguidas personas de las cuales he tenido ocasion de citar algunas, i que nos habian dado en su pais tan grande hospitalidad, dejé por fin a Valparaiso el dia 6 de marzo de 1883.

Mi última visita fué consagrada al señor Ministro de Instruccion Pública, don José Eujenio Vergara, cuya amabilidad para con nosotros no cesó un instante, i que me retuvo algunas horas en una hermosa propiedad situada en la provincia de Aconcagua, al pié de la Cordillera.

El ferrocarril llega hasta la pequeña ciudad de Santa Rosa de los Andes donde el señor Favereau i yo alojamos el dia 6.

Varios amigos que nos habian acompañado tuvieron que dejarnos en ese momento, pero otros alcanzaron mas léjos. Nuestro Encargado de Negocios en Santiago, el señor Bourgarel, que habia prestado numerosos servicios a la Comision, i el inspector de telégrafos, señor Cabrera, cuya abnegacion a menudo habíamos apreciado, tomaron la jenerosa resolucion de acompañarnos hasta la frontera chilena, que viene a ser la línea de la division de las aguas formada por la enorme cresta de la cordillera de los Andes.

La mañana del 7 fué dedicada a los últimos preparativos de la partida; nos era menester un guía, una cabalgadura para cada uno, i para cada uno una mula de carga. Nuestros equipajes eran forzosamente mui reducidos; i tanto mas cuanto que me habia propuesto llevar mi teodolito magnético para ejecutar durante el viaje algunas observaciones, que deben ser probablemente las primeras de ese jénero ejecutadas en las rejiones que íbamos a recorrer. El señor Favereau tenia un barómetro de Fortin, dos barómetros aneroides, un termómetro honda, i los cuatro tubos de Regnault (1). El timonel Ramel estaba encargado de velar por la caravana.

A medio dia estábamos a caballo i comenzábamos el primero de nuestros seis dias de viaje a lomo de mula.

La vertiente andina que mira al Pacífico es la mas escarpada i la mas agreste. Ya desde la tarde de nuestra partida habíamos penetrado mucho en la profunda gar-

(1) Tambien trajo el señor de Bernardières, i nos fué grato prepararle en nuestro laboratorio, para su último viaje, algunos tubos de Regnault para tomar muestras de aire atmosférico en diversas localidades.

Digitized by Google

ganta que sigue el torrente Aconcagua. Despues de dos horas de camino durante la noche, llegábamos a la Guardia Vieja, antigua frontera aduanera, hoi abandonada, donde pasamos la noche. El abrigo no era vasto, puesto que apesar de lo poco numerosos que éramos, varios de entre nosotros tuvimos que acostarnos a todo campo.

Debo decir que en el dia se nos habian juntado dos viajeros; dos de aquellos escasos viajeros que todos los años, i durante los pocos meses en que la cordillera está abierta, afrontan las fatigas de ese viaje terrestre para economizar los gastos mas considerables de la ruta por Magallanes.

Al dia siguiente por la mañana partimos ántes de venir el dia, porque teníamos que vencer 2300 metros de altura para llegar al punto culminante, a la cumbre, que debíamos a toda costa alcanzar ántes de medio dia, bajo pena de ser detenidos por un viento tan violento que hace infranqueable el paso durante el dia.

Los elementos nos favorecieron: a las 11 h. 30 m. habíamos escalado el último macizo por un sendero, o mas bien por una escalera de 600 metros de altura, bordeado por un profundo precipicio, en los flancos del cual veíamos detenidos los blanquecinos esqueletos de mulas i de bueyes precipitados en el abismo por la última tempestad. Nos encontrábamos al pié del jigante de los Andes, el Aconcagua. Hácia el norte i hácia el sur nos dominaban aun inmensas montañas cubiertas de nieves eternas, las que mostrándosenos cercanas parecian querer aplastarnos. Al este i al oeste, por el contrario, nada detenia nuestra vista; existia ahí el vacío i parecia como que la tierra desapareciese bajo nuestros piés. Nos detuvimos un instante i, ántes de descender las pendientes de la República Arjentina, arrojamos una última mirada sobre Chile, a ese pais donde, durante seis meses, habia recibido la hospitalidad mas jenerosa i donde me habia sido dado conocer i apreciar tantos hombres eminentes cuyos nombres, i sobresalientes cualidades, siempre quedarán grabadas en mi recuerdo.

Empleamos tres dias i medio en descender por pendientes mas suaves los 4000 metros que habíamos escalado en 24 horas; nuestras etapas eran de quince leguas próximamente; los nombres de *posadas* donde por la tarde encontrábamos un albergue poco confortable son: Puente del

Digitized by Google

Inca (1) donde se encuentran aguas minerales a la temperatura del cuerpo i de las cuales tomamos una muestra; Punta de las Vacas i Uspallata. Debíamos alojar todavía en una posada, la de Villa-Vicencio, pero nos urjia llegar. Pasamos sin detenernos, caminando treinta leguas en nuestra última jornada.

Mendoza, la primera ciudad de la República Arjentina que acabábamos de conocer, poseia, hace 22 años, una poblacion de 18,000 almas; un famoso terremoto, predicho por el naturalista frances Bravard, que en él encontró la muerte, la destruyó enteramente el 21 de marzo de 1861: 13,000 personas quedaron bajo los escombros. Hoi, la nueva Mendoza se encuentra floreciente i cuenta 25,000 habitantes.

Al dia siguiente de nuestra llegada, el 12 de marzo, partimos de esta ciudad en una dilijencia tirada por doce caballos casi salvajes i penetrábamos en las pampas.

Setenta i cuatro leguas en carruaje fueron recorridas a galope. Tomamos en seguida el ferrocarril, i despues de atravesar las nacientes ciudades de San Luis, de Villa-Mercedes, del Rio Cuarto i de Villa-María llegábamos el 16 de marzo al puerto del Rosario sobre el Paraná. Ahí entramos en pais civilizado. Un buque a vapor frances, *Le Trident*, nos tomó el mismo dia i nos hizo descender el rio hasta algunas leguas de Buenos Aires, desde donde nos condujo en dos horas un ferrocarril especial.

El objeto estaba logrado, nuestros instrumentos estaban intactos, i tenia delante de mí el tiempo necesario para concluir en el observatorio de la Escuela Naval la operacion de la diferencia de lonjitud que habia emprendido con el señor Beuf.

Acompañado por nuestro amable Encargado de Negocios en el Plata, el señor Rouvier, que con mucha amabilidad se puso a mi disposicion, fuí a presentar mis respetos a S. E. el Presidente de la República i a algunas personas oficiales.

---

(1) **Ultimo telegrama del señor de Bernardières.**

Inca, 9 de marzo de 1883.

El señor de Bernardières deja a Chile con pesar i envia su mas afectuosos recuerdos al señor Luis L. Zegers i a su familia.

De Bernardières.

Digitized by Google

El 25 de marzo, nos embarcábamos en el hermoso vapor de la Compañía de las Mensajerías Marítimas, *Le Niger*, que nos dejó en Burdeos el 21 de abril. Nuestra tarea habia concluido i teníamos la satisfaccion de haber encontrado en todos, i siempre, el concurso comedido i simpático que el elevado patrocinio de la Academia de Ciencias i de la Oficina de Longitudes no podia ménos de provocar en favor de sus mandatarios.

Permítasenos una digresion pero motivada, porque demostrará cómo procuraron cooperar nuestros conciudadanos, durante el memorable dia 6 de diciembre, a la obra comun de la ciencia.

A pocos kilómetros de Cerro Negro, en San Bernardo, en una hermosa residencia veraniega del notabilísimo historiador i literato señor don Diego Barros Arana, se reunia este caballero, acompañado del reputado profesor de matemáticas, señor don Alejandro Andonaegui, i de un círculo de amigos íntimos con el objeto de contemplar el grandioso fenómeno; pero nó de una manera vaga i sin método, sino, por el contrario, útilmente para la ciencia.

Dejemos que el mismo señor Barros Arana nos describa sus interesantes observaciones:

San Bernardo, diciembre 10 *de* 1882.

"Con no poca desconfianza envío el resultado de las observaciones hechas por don Alejandro Andonaegui i por mí, sobre la hora del paso de Venus en San Bernardo.

"De antemano conocia yo teóricamente las dificultades de las observaciones en que se trata de fijar el tiempo en sus fracciones mas diminutas, concordándolas con la vision de un astro al traves de un telescopio.

Digitized by Google

"El fenómeno del 6 de diciembre me ha hecho comprender que es casi absolutamente imposible llegar a un resultado de exactitud irreprochable. Desde que Venus se acercó al disco del Sol, la titilacion de las atmósferas de esos dos astros hacia creer que el contacto se acercaba o se alejaba alternativamente. Estoi persuadido de que, de cuatro observadores colocados en el mismo meridiano i provistos de instrumentos iguales, difícilmente habrá dos cuyas observaciones coincidan en todos sus accidentes.

"Sin embargo, nosotros observamos con toda la atencion posible, i fijamos prolijamente nuestras cifras. Teníamos a nuestra disposicion un reloj-cronómetro de excelente construccion, cuya marcha habia sido cotejada i correjida prolijamente con la hora media de Santiago, segun los cronómetros del observatorio de Cerro Negro. Nuestras cifras, anotadas inmediatamente, nos dieron este resultado:

1.er contacto esterior.....	$9^h\ 14^m\ 14^s$
1.er contacto interior.....	$9^h\ 34^m\ 15^s$
2º contacto interior.....	$3^h\ 8^m\ 48^s$
2º contacto esterior.....	$3^h\ 28^m\ 40^s$

"En la vision del pasaje de Venus se observa un fenómeno óptico conocido con el nombre de la *gota negra*. Cuando el planeta entra en el disco del Sol, se percibe una gruesa raya negra que continúa uniéndolo al borde del Sol con la apariencia del cuello de una botella. Esa raya se adelgaza gradualmente i al fin se corta, dejando ver la forma esférica del planeta enteramente desligada del borde del Sol. Aunque este fenómeno óptico no tiene, segun creo, importancia en la observacion, nosotros notamos que la gota negra se cortó a las $9^h\ 38^m\ 7^s$.

"Nuestras observaciones eran hechas con un anteojo ecuatorial de 11 centímetros (cinco pulgadas) de abertura, construido en Paris en la acreditada fábrica del señor J. Salleron. Habíamos hecho platear el helióscopo o vidrio de color aplicable al ocular del anteojo. El objetivo, por el

Digitized by Google

contrario, estaba perfectamente despejado, lo que si bien no ayudaba a impedir la introduccion de los rayos caloríficos, permitia recibir la luz sin el pequeño obstáculo que le opone la lijera capa de plata con que suele cubrírsele. Creo que la vision era perfecta para nosotros.

"Conviene tener presente que el lugar en que hacíamos nuestra observacion, está situado a algunos kilómetros al occidente del meridiano de Santiago, a tres kilómetros al occidente del meridiano de Cerro Negro, i que, por tanto, nosotros debíamos observar la entrada i la salida del planeta con algunos instantes de anticipacion. Aunque esta circunstancia no puede esplicar todas las diferencias, que sin duda nacen de error involuntario e inevitable del observador, por las razones espuestas anteriormente, importa recordarla.

"No atribuyo a nuestras observaciones un gran valor científico. Creo, sin embargo, que ellas pueden servir como auxiliar para la comprobacion de las que han hecho personas mas competentes, i sobre todo, mas habituadas a este jénero de trabajos. De nuestras observaciones puedo decir solamente que han sido tomadas con prolijidad i con buen deseo."

Digitized by Google

Digitized by Google

Sr. LOUIS NIESTEN

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

V

LA COMISION CIENTIFICA BELGA

Felizmente para la humanidad no se mide la grandeza i el poder de las naciones por la estension de las comarcas que las constituyen; así como no se mide el talento i la enerjía de los hombres por el número de piés de su talla.

La Béljica que apénas equivale a una reducida porcion de nuestro territorio ostenta sin embargo un raro adelanto en la ciencia i una industria perfeccionada. Los belgas, cual ningun otro pueblo han alcanzado un gran desarrollo intelectual i material, siendo testigos de estos progresos sus renombradas universidades, sus escuelas de aplicacion, su industria i el sin número de obras de arte que exhibe al viajero admirado.

No es pues estraño que este pais se preparase a tomar parte en el torneo científico del año 1882 a que se aprestaban las grandes naciones.

En efecto, el Gobierno belga decidió en el corriente del año 1881 enviar dos comisiones, con el objeto de observar en 1882 el paso de Venus por el Sol, la una a Tejas i la otra a Chile.

Con este motivo llegaba a nuestro Observatorio Nacional en diciembre de 1881 la siguiente comunicacion que íntegra trascribimos:

Digitized by Google

"*Bruselas*, 16 *de octubre de* 1881.

"*Al señor Director del Observatorio de Santiago.*

"Señor Director:

"Habiendo dispuesto el Gobierno belga enviar a Chile una comision científica para la observacion del próximo paso de Venus, en diciembre de 1882, tengo el honor de recurrir a vuestra amabilidad para obtener algunos datos relativos a la instalacion de nuestros instrumentos.

"Comprenden estos un gran ecuatorial de 0.^{m} 18 de abertura i de 4.^{m} 30 de distancia focal, destinado a la observacion especial del paso, i un anteojito meridiano para las operaciones accesorias. ¿Bajo que condiciones se podria fácilmente encontrar en las inmediaciones de Santiago un local conveniente para construir abrigos i establecer los instrumentos?

"La Comision belga partirá de Europa probablemente en agosto de 1882 i, por consiguiente, llegará a Santiago en el mes de octubre.

"Espero, señor Director, que escusareis la libertad con la que yo solicito vuestra benevolencia, i os suplico agregueis a mi reconocimiento anticipado, la espresion de toda mi consideracion.

J. C. Houzeau.
Director del Observatorio Real de Bruselas.

A esta carta del notable astrónomo, señor Houzeau, contestaba el señor Director del Observatorio Nacional como sigue:

24 *de diciembre de* 1881.

Al señor J. C. Houzeau, Director del Observatorio Real de Bruselas.

"Señor Director:

"Recibí su importante carta de 16 de octubre del presente año, por la que Ud. me comunica que el Gobierno

Digitized by Google

belga está dispuesto a enviar a Chile una comision científica, con el objeto de observar el próximo pasaje de Venus, i me consulta sobre la posibilidad de encontrar en los alrededores de Santiago un local conveniente para la instalacion de los instrumentos que traerá esa Comision.

"Al contestar con verdadero placer su citada carta, me es particularmente agradable, señor Director, poder manifestar a Ud. que la Comision a que se refiere hallará en esta capital todas las facilidades que pueda desear para el desempeño de su importante mision, tanto de parte del Gobierno como de los vecinos particulares, i que, en consecuencia, no encontrará ninguna dificultad para establecer su observatorio en el puesto que considere mas ventajoso.

"Desde luego, i estando autorizado para ello por el señor Ministro de Instruccion Pública, puedo ofrecer a Ud., en el mismo local que ocupa el Observatorio de mi cargo, no solo el espacio necesario para ese objeto, sino tambien el uso de las oficinas i el empleo de uno de los tres ecuatoriales i el de los círculos meridianos de este Instituto. Si Ud. aceptara este ofrecimiento, aquella Comision no necesitaria traer el anteojo meridiano que Ud. me anuncia.

"Los ecuatoriales de este Observatorio son: de Frauenhofer, de Würdeman i de Repsold, i miden respectivamente 0.^{m} 11, 0.^{m} 16 i 0.^{m} 23 de abertura i 1.^{m} 40, 2.^{m} 60 i 4.^{m} 25 de distancia focal. Las lentes del último son obra del señor Merz.

"He visto en algunas correspondencias que la Comision belga no será la única que vendrá de Europa para observar en Chile aquel fenómeno; i como debo suponer que esas comisiones elejirán puntos distintos para establecer sus observatorios, no solo atendiendo al objeto de éstos, sino tambien para prevenir el caso posible de que el estado atmosférico impida los trabajos en alguna localidad, me permito anunciarle ademas que cualesquiera que sean los puntos que elijan de esta República, encontrarán las mismas facilidades que he indicado a Ud. respecto de Santiago. Espero que, si Ud. tiene ocasion, se sirvirá comunicarles este antecedente a las comisiones aludidadas.

Digitized by Google

"Con sentimientos de distinguida consideracion tengo el honor de ofrecerme de Usted, señor Director, su obsecuente i seguro servidor.

José Ignacio Vergara."

Como estaba anunciado, en setiembre, el dia 2, llegó a nuestra capital la Comision belga, compuesta del siguiente personal:

Jeje de la Comision....	Señor Luis Niesten, astrónomo del Observatorio Real de Bruselas.
Miembros.....	" Cárlos Lagrange, astrónomo del mismo Observatario.
	" José Niesten, capitan de artillería del ejército belga.

Así como para los que elijen la carrera de las armas, la mejor hoja de servicio es aquella que enumera mayor número de combates; así tambien, para el hombre de ciencia i para el hombre de letras, sus méritos deben buscarse en los trabajos realizados por ellos.

El señor Luis Niesten, nacido en Visé, cerca de Lieja, en 1844, despues de haber hecho sus primeros estudios en la Escuela Militar, de haber entrado al ejército i servido en él noblemente hasta conquistar las palas de capitan de artillería, abandonó en 1877 la espada para dedicarse esclusivamente a la labor científica.

Digitized by Google

Gracias a su laboriosidad i a su imajinacion, i sin dejar de atender a sus habituales tareas de empleado, el señor Niesten consagrándose al estudio físico de los planetas, ha podido publicar en los Anales del Observatorio de Bruselas varios trabajos relativos a este estudio, de los cuales podemos citar entre otros:

1º Aspecto físico del planeta Júpiter, en 1878;

2º Aspecto físico del planeta Júpiter, en 1879, 80 i 81;

3º Aspecto físico del planeta Marte, en 1877.

Ademas, en los Boletines de la Academia de Béljica ha publicado asimismo un estudio sobre el aspecto físico del cometa 1881, un estudio sobre la mancha roja de Júpiter i notables investigaciones sobre el color de las estrellas dobles.

Pero, la labor del señor Niesten ha sido aun mas vasta. El Anuario del Observatorio de Béljica, en el cual ha publicado una interesante noticia sobre los fenómenos físicos que acompañan los pasos de Mercurio sobre el Sol, i en el que se encuentran numerosas noticias sobre los asteroides i cometas descubiertos cada año, es obra del mismo autor.

En fin, la revista astronómica, *Cielo i Tierra*, redactada por el personal del Observatorio de Bruselas contiene diferentes artículos del señor Niesten. La mayor parte de esos artículos han sido reproducidos en los periódicos científicos franceses i vertidos a varios idiomas. Son mui conocidos, por ejemplo, los trabajos sobre el Calendario republicano, El color de las estrellas, Urano, La fotografía celeste, i muchas otras publicaciones.

No es, pues, de estrañar que, con tan honrosos antecedentes, fuera el señor Niesten elejido para presidir la Comision de Chile.

De la misma manera que su jefe, el señor Cárlos Lagrange, primer colaborador de la Comision belga, nacido en Bruselas en 1851, empezó sus estudios en la Escuela Militar, i siendo ya teniente de artillería en 1874, abandonó la carrera de las armas para incoporarse en el Observatorio de Bruselas en 1878.

Digitized by Google

No pocos son los trabajos que se deben a este jóven astrónomo; trabajos todos en los cuales se revela notable matemático i hábil observador.

Sus estudios sobre la Influencia de la forma de los cuerpos en su atraccion, i el Oríjen de los movimientos astronómicos; su memoria sobre la Influencia de la forma en la atraccion en el caso de una lei cualquiera, con una aplicacion a la teoría de la cristalizacion, la Historia de las ciencias físicas en Béljica desde 1830 a 1880, en cincuenta años de libertad, i muchos otros trabajos que seria largo enumerar, ponen de manifiesto las dotes i merecida reputacion de que ya goza el señor Lagrange en el mundo científico.

Mui útil colaborador de los astrónomos mencionados, estaba llamado a ser el señor José Niesten, capitan de artillería, nacido en 1847, tambien en Visé, como su hermano el señor Luis Niesten.

Habiendo entrado a la Escuela Militar en 1867, fué nombrado alférez de artillería en 1870.

Como oficial de artillería, al capitan Niesten se le confió durante dos años el mando de una compañía de pontoneros, i cuando fué comisionado para venir a Chile mandaba una batería de campaña.

Mui aficionado a la astronomía, el capitan Niesten ha tomado parte en no pocos trabajos astronómicos en el Observatorio Real de Bruselas. Sus conocimientos teóricos i prácticos en la astronomía hicieron que se le designase por el señor Ministro de la Guerra de Béljica como agregado a la Comision que vino a Chile.

Esta notable Comision encontró en nuestro Gobierno, en el distinguido Encargado de Negocios de Béljica, señor Adolfo Carion, en el señor jeneral Maturana, en el señor Director del Observatorio astronómico, i en todas aquellas personas con quienes estuvo en contacto, todo jénero de facilidades para llegar al logro de su mision.

Digitized by Google

Fué así como a los pocos dias de llegar a nuestra capital, la Comision belga empezaba a instalar sus instrumentos en un anexo de nuestro Observatorio, hácia el sur, i enfrente de la gran torre que contiene el nuevo ecuatorial de ese establecimiento. Fué así, tambien, como los señores miembros de la Comision belga pudieron disponer de cómodas habitaciones a inmediaciones del Observatorio, gracias a la galantería del señor Director de la Quinta Normal, el señor René F. Le-Feuvre, quien en nombre de la Sociedad Nacional de Agricultura siempre atendió solícito a la mencionada Comision.

No obstante el espontáneo ofrecimiento del señor Director del Observatorio Nacional, la Comision belga llegó provista no solo de los instrumentos especialmente adecuados a la observacion del tránsito de Venus, sino de todos aquellos instrumentos accesorios de que habria necesitado hacer uso, si el local elejido no hubiera sido nuestro Observatorio.

Los instrumentos de la Comision eran: un hermoso teodolito astronómico, con el cual se habrian podido determinar las coordenadas jeográficas del observatorio; operacion que no fué menester ejecutar puesto que la Comision belga podia reposar en la exacta posicion de él;

Un pequeño instrumento de pasos, especialmente dedicado a la determinacion de la hora exacta, i con el cual regularmente se ejecutaron observaciones;

Algunos excelentes cronómetros de tiempo sideral i de tiempo medio;

Dos anteojos ecuatoriales, uno de Dollond, con objetivo de 0,^{m}115 de abertura, i otro de Troughton de 0.^{m}09, montados ecuatorialmente;

Un gran anteojo heliómetro del cual haremos una descripcion especial; i por último,

Aparatos de fotografía.

Digitized by Google

Con el objeto de darnos cuenta cabal de las operaciones primordiales que se proponia llevar a cabo la Comision belga, ya que por circunstancias especiales, que hemos indicado, su labor debió reconcentrarse en los preparativos i observacion del tránsito de Venus únicamente, dediquemos algunas líneas a la descripcion de los heliógrafos en jeneral.

Recordemos que en la introduccion de nuestra Noticia hemos indicado que una de las maneras de llegar a la resolucion de la paralaje solar, es determinando directamente la posicion de Venus sobre el disco del Sol por la observacion o por medio de la fotografía. Pues bien, como hemos visto, es el heliómetro el instrumento que especialmente puede usarse con el primer objeto.

El heliómetro es un anteojo cuyo objetivo está dividido en dos porciones semicirculares. Cuando estas dos porciones se encuentran exactamente juntas, esto es, en la posicion que tenian ántes de partir el vidrio en dos mitades, hacen ver los objetos, como es natural, tales cuales los habrian mostrado ántes de que se cortase el vidrio. Pero sí, sin que cambien de posicion los filos de los dos vidrios semicirculares, se hace que resbale uno de ellos sobre el otro, sucederá que dejarán de coincidir las imájenes formadas por cada uno de ellos (1). Por consiguiente, si miramos el Sol veremos dos discos perfectamente distintos, i haciendo mover por medio de un tornillo u otro mecanismo uno de los vidrios semicirculares de manera que resbale sobre el otro, las dos imájenes del Sol aparecerán tan netas i claras la una como la otra. Podremos tener, pues, dos soles en el mismo campo del anteojo i hacer que se toquen o casi se pongan en contacto. Ahora bien, si podemos valernos de algun medio que nos permita determinar de qué cantidad se ha movido el vidrio movible sobre el otro, hasta mostrar-

(1) El lector poco familiarizado con los principios de la óptica deberá tener presente que en un telescopio ordinario toda porcion del objetivo forma una imájen completa del objeto examinado. Si se cubriese, por ejemplo, una parte del objetivo, los objetos se verian únicamente con un poco ménos de iluminacion.

Digitized by Google

nos dos imájenes en contacto aparente, habremos efectuado evidentemente, una medida del diámetro aparente del Sol. Esta medida, por otra parte, podrá ser fácilmente comprobada haciendo cambiar de posicion al vidrio movible, haciendo de nuevo coincidir las dos imájenes, i volviendo a ponerlas en contacto una segunda vez. En una palabra, las medidas podrán repetirse cuantas veces sea necesario hasta llegar a una exacta comprobacion. Las dos lecturas que resulten obteniendo dos contactos en posiciones opuestas, conducirán a un valor que será la medida exacta del ángulo visual, bajo el cual se vea el diámetro aparente del Sol; i efectuada de esta manera esa medida, serán evidentemente menores los errores instrumentales. El heliómetro deriva su nombre—que significa aparato para medir el Sol—de esta aplicacion particular del instrumento.

Se comprende, pues, con cuanta facilidad, por lo ménos teóricamente, se presta este instrumento para determinar las posiciones de Venus en un instante cualquiera durante su tránsito por el Sol. Bastará que el observador anote de cuanto es menester hacer que cambien de posicion los semi objetivos para que el disco negro de Venus pase de una de las imájenes del Sol a la márjen de la otra, tocando primero en la parte interior i en seguida en la esterior. Invirtiendo, en seguida, el movimiento, el observador podrá llevar el disco de Venus a la márjen opuesta de la otra imájen del Sol, haciendo que toque primero hácia el interior i en seguida hácia el esterior, i tendrá así una comprobacion de sus medidas.

Las dos comisiones belgas, la de Chile, i la de Tejas, fueron provistas de los mismos instrumentos; i aun cuando la Béljica se adhirió a las decisiones de la Conferencia internacional que tuvo lugar en Paris, sin embargo el sábio astrónomo señor Houzeau procedió hasta cierto punto por inspiracion propia, haciendo que las comisiones

Digitized by Google

belgas hicieran uso de instrumentos especiales debidos a su invencion.—Con efecto, esas comisiones debian observar el tránsito de Venus determinando los momentos exactos de la entrada i de la salida del planeta (observacion de los contactos), ateniéndose a las decisiones de la Conferencia de Paris i valiéndose de los dos ecuatoriales que hemos mencionado; pero tambien debian valerse de un heliómetro esencialmente diferente de los heliómetros ordinarios.

Este instrumento montado ecuatorialmente se componia de dos anteojos con un ocular comun; pero de distancias focales diferentes. Los objetivos de esos anteojos tenian la forma de un semicírculo, teniendo uno de los objetivos 4,^{m} 30 de distancia focal, i 0,^{m} 13 el otro.

Durante el tránsito, el gran objetivo dejaba ver una gran imájen del Sol, i de la misma manera otra de Venus; miéntras que el pequeño objetivo formaba una pequeña imájen de esos dos astros.

Las distancias focales de los dos objetivos fueron calculadas de manera que la pequeña imájen del Sol fuera un poco mas pequeña que la imájen de Venus producida por el gran objetivo. Así, haciendo coincidir el centro de ese *pequeño Sol*, que se mostraba como un disco brillante, con el centro de la gran imájen de Venus (que aparecia como un círculo negro), no se veía de ésta última sino un delgado anillo negro, cuyo igual espesor servia para establecer la coincidencia de los dos centros.

Se comprende, por consiguiente, que con ese instrumento se haya podido medir en cada momento durante el tránsito, la distancia entre los centros del Sol i de Venus. Bastó para eso hacer que el pequeño objetivo, el que produce la pequeña imájen del Sol, estuviese adaptado a un tornillo micrométrico, de manera que pudiera moverse sobre él. Haciendo coincidir la pequeña imájen del Sol con el centro de la gran imájen del mismo astro, por medio del tornillo micrométrico, i en seguida con el centro de Venus, la diferencia entre las lecturas del índice de la escala micrométrica, calculada en valor angular, daba a conocer la distancia angular de los centros de los dos astros.

Obteníase la coincidencia de los centros del pequeño

Digitized by Google

Sol i del gran Sol, centrando este último sobre un retículo circular i trasportando el pequeño Sol hácia el centro de ese retículo, centro indicado por el cruzamiento de dos hilos colocados en ángulo recto.

Este instrumento que, como hemos dicho, fué imajinado por el señor Houzeau en 1873 modificando los heliómetros ordinarios, se construyó a la par que otro análogo, por el célebre fabricante Grubb de Dublin, segun planos dibujados por el señor Luis Niesten.

Durante todo el tránsito observado en 1882 correspondió segun nos lo ha manifestado el señor Niesten, de una manera completa, a lo que se esperaba. "Las medidas han sido efectuadas con la mayor facilidad, i con una gran precision (nos escribia el señor Niesten). Durante el tiempo del paso, la Comision belga ha podido determinar 606 posiciones de Venus sobre el disco solar."

Combinando los resultados heliométricos de las dos estaciones belgas, la de Tejas i la de Chile, los astrónomos belgas llegarán a determinar, sin duda, el valor de la paralaje solar por un método completamente nuevo i que se presenta con todos los caractéres de ser excelente.

Como la Comision belga tambien se sirvió de sus dos pequeños ecuatoriales para observar los contactos, servirá de complemento a este sucinto relato, la consignacion de los tiempos que obtuvo para esos fenómenos; tiempos que fueron publicados en la prensa de Santiago con las restricciones del caso, al dia siguiente de la observacion.

HORAS DE LOS CONTACTOS ESPRESADAS EN TIEMPO MEDIO DE SANTIAGO, OBTENIDAS POR LA COMISION BELGA ANTES DE HABER SIDO SOMETIDAS A UNA COMPROBACION.

	h m s	
Primer contacto, esterior.		
Segundo contacto, interior.....	9. 34. 31	A. M.
Tercer contacto, interior.....	3. 8. 31	P. M.
Cuarto contacto, esterior.....	3. 28. 4	P. M.

Digitized by Google

Concluidas las observaciones de Venus tambian terminaron los trabajos de la Comision belga, cuyo único fin, al visitar nuestra patria, fué la observacion de ese grandioso fenómeno.

Los documentos que a continuacion insertamos pondrán de relieve el aprecio que supieron captarse durante su estadía en Chile los señores astrónomos belgas, i la esquisita cortesía con que ellos correspondieron a las merecidas atenciones que se les prodigó.

Momentos ántes de partir a Europa, hácia fines de diciembre, el Jefe de la Comision belga se despedia de nuestra sociedad por medio de la carta siguiente:

Señores Editores de El Ferrocarril:—El interes que la prensa ha manifestado por nuestros trabajos, creo que me autoriza para rogaros que inserteis en vuestras columnas las palabras siguientes:

En el momento de partir de Chile, los miembros de la Comision belga se complacen en espresar públicamente todo su agradecimiento por el concurso que tan jenerosamente les ha prestado el Gobierno de la República, así como su gratitud por la acojida que han recibido en la sociedad de Santiago.

Es un deber i un agrado para ellos espresar en particular sus mas vivos agradecimientos al señor jeneral Maturana, a los señores José Ignacio Vergara i Grosch, del Observatorio, Le-Feuvre i Besnard, de la Quinta Normal, como tambien a los señores A. Sandalio i Luis Audebrand, que les han prestado un útil concurso durante el dia 6 de diciembre.

Séales permitido igualmente asociar a los nombres que preceden los de sus compatriotas, el señor Ministro Carion, cuyo celo i amabilidad no se han desmentido un solo instante, i el señor Matthieu David, que tomó una parte activa i cotidiana en los trabajos de la Comision.

Sírvanse aceptar, señores Editores, la espresion de mis mas distinguidos sentimientos.

Santiago. diciembre 31 de 1882.

Luis Niesten,
Jefe de la Mision belga en Chile.

Digitized by Google

Pocos meses despues se cambiaban entre el señor Carion, Encargado de Negocios de Béljica, i el señor jeneral Maturana las comunicaciones siguientes:

LEGACION BELGA.

Santiago, mayo 23 *de* 1883.

Señor jeneral Maturana.
Santiago.

Querido señor i amigo:

"Tengo el honor de trasmitiros adjunta en copia, una carta del señor Frère-Orban; i, segun el deseo de nuestro honorable Ministro de Relaciones Esteriores, vengo en manifestaros los vivos agradecimientos del Gobierno belga por el apoyo que habeis tenido a bien prestar a nuestra Comision científica en Chile.

"Dignaos aceptar en esta ocasion, querido señor i amigo, la seguridad de la mas distinguida consideracion i los cordiales sentimientos con que me suscribo vuestro mui obediente servidor.

ADOLFO CARION,
Encargado de Negocios de Béljica en Chile."

La carta a que se hace referencia dice así:

MINISTERIO DE RELACIONES ESTERIORES.

Bruselas, abril 2 *de* 1883.

Señor Cónsul jeneral i Encargado de Negocios:

"Mi honorable colega. el señor Ministro del Interior, acaba de informarme que los astrónomos belgas, que han sido enviados a Santiago para observar allí el tránsito de Venus, han vuelto a Bruselas. Indican con reconocimiento a las personas que en Chile les han facilitado con su ayu-

Digitized by Google

da el cumplimiento de su mision, i, entre otras, al señor jeneral Maturana, que ha dado a nuestros compatriotas los medios de establecer rápidamente sus instalaciones astronómicas.

"Tengo el honor de suplicaros, señor Cónsul jeneral i Encargado de Negocios, que tengais a bien manifestar los mas vivos agradecimientos del Gobierno del Rei a la persona de que se trata; por mi parte, os agradezco los cuidados que habeis dispensado a la Comision belga, etc., etc.

"Aceptad, etc.....

Al señor Adolfo Carion, Cónsul jeneral i Encargado de Negocios de Béljica en Chile.

El señor jeneral Maturana contestó en los siguientes términos:

Santiago, mayo 26 *de* 1883.

"Mi distinguido señor i amigo:

"He tenido el honor de recibir su mui apreciable fecha 23 del presente, i en ella inclusa una nota en copia de S. E. el Ministro de Negocios Estranjeros de Béljica, por la cual se sirve trasmitir a Ud., a peticion de S. E. el Ministro del Interior Mr. Frère-Orban, el encargo de darme los agradecimientos de parte del gobierno de S. M. el Rei de los belgas, por los lijeros auxilios que tuve la felicidad de poder prestar a los señores astrónomos de esa nacion que fueron enviados a Santiago para observar aquí el paso de Venus. La importancia para la ciencia astronómica del fenómeno celeste, que debia observar entre nosotros la Comision científica de ese ilustrado Gobierno i la espontánea simpatía que profeso a los hijos de esa nacion, que dirijida convenientemente por sus sucesivos gobiernos i en especial por el del sabio Leopoldo, padre de S. M. el Rei actual, ha resuelto los árduos problemas de la ciencia social, descubriendo el secreto del arte de gobernar por medio de la libertad, tanto en política como en relijion; tales han sido, mi distinguido señor, los móviles que me han

Digitized by Google

guiado, al ofrecer con toda sinceridad i decidida voluntad, a vuestros sabios i dignos compatriotas, miembros de vuestra Comision científica, los insignificantes servicios que he tenido el honor de prestarles para facilitar su instalacion. La espontánea manifestacion que con este motivo se sirve hacerme el Gobierno de S. M. el Rei de los belgas, tiene para mí un precio inestimable, nó porque ella venga de un Gobierno, sino porque ella viene del ilustrado Leopoldo II.

"Sírvase Ud. trasmitir mis mas cordiales agradecimientos por esa manifestacion al dignísimo Gobierno de vuestra nacion.

"Con este motivo, tengo el honor de ofrecerme de Ud. aftmo. S. S. i amigo.

M. MATURANA,
Jeneral del Ejército de Chile, Oficial de la Lejion de Honor de la República francesa.

Señor Cónsul jeneral i Encargado de Negocios de Béljica señor A. Carion.

El señor director del Observatorio astronómico, don José Ignacio Vergara, recibió una comunicacion análoga a la anterior.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sr. BOSS

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

VI

LA COMISION CIENTIFICA DE LOS ESTADOS-UNIDOS DE NORTE-AMERICA

La sabia Comision enviada por los Estados Unidos de Norte-América a Chile para observar el paso de Venus, tenia el siguiente personal:

Jefe de la Comision....	Señor Lewis Boss.
Astrónomo colaborador..	" Miles Rock.
Primer fotógrafo.....	" Theodore E. Marceau.
Segundo fotógrafo.....	" Charles S. Cudlip.

El señor Lewis Boss, jefe de la Comision americana, era un veterano de la ciencia, cuyos títulos son una labor no interrumpida durante largos años con verdadero fruto para la astronomía, i una actividad verdaderamente yankee.

El señor Lewis Boss nació en Providence (Rhode Island) el 26 de octubre de 1846. Educado en el colejio de Dartmonth, uno de los antiguos establecimientos de los Estados del Este, despues de graduarse de bachiller se incorporó en el Land Office de Washington en la seccion del servicio astronómico. Como estudiante de astronomía tuvo la fortuna de hacer sus estudios bajo la direccion del célebre profesor Charles A. Young, el eminente espectroscopista.

Digitized by Google

El señor Boss pronto se hizo notar por su talento i por su contraccion. En efecto, en 1872 tuvo la honra de ser nombrado jefe de la comision astronómica de Límites del Norte. Esta comision debia obrar de acuerdo con otra análoga nombrada por el Gobierno ingles con el objeto de demarcar el paralelo 49 de latitud norte, hácia las Montañas Rocallosas, en una estension de 960 millas.

El estenso i notable trabajo llevado a cabo por estas comisiones, ha sido juzgado por críticos competentes como una obra magna i que hace alto honor a sus autores.

A pesar de la ímproba labor que le exijian estos trabajos, emprendió el profesor Boss, en la misma época, un detenido exámen i discusion de las observaciones de declinaciones de estrellas publicadas desde 1752 hasta la época mas reciente.

Este concienzudo trabajo que ha dado a conocer al señor Boss en el mundo científico, sirve de base actualmente para las declinaciones en varios observatorios de Francia, Inglaterra i de los Estados Unidos; i esas declinaciones fueron adoptadas por el Almanaque náutico americano ántes que el señor Boss diera a luz su obra.

En 1876 encontramos ya al señor Boss de Director del Dudley Observatory en Albany. Ese establecimiento fué fundado por ricos benefactores de la ciencia, ciudadanos del Estado de Nueva York, con el objeto de promover el adelanto astronómico.

Posee ese plantel un gran ecuatorial de 13 pulgadas de abertura, un hermoso anteojo meridiano, ademas de varios otros importantes instrumentos.

Entre los trabajos emprendidos en el observatorio de Albany por el señor Boss, deben mencionarse las observaciones de Marte para determinar la paralaje, i la observacion de una de las zonas de la Sociedad astronómica internacional.

Este último trabajo fué empezado en 1878 i será publicado en 1884. Se refiere esta observacion a todas las estrellas hasta las de la 9ª magnitud inclusive. La porcion que le cupo al observatorio Dudley, comprendia una faja del cielo entre los +0°50′ i 5°10′ hácia el norte del ecuador celeste. Para juzgar de la estension de este trabajo, en el cual a la mayor parte de los observatorios del mun-

Digitized by Google

do les ha cabido practicar observaciones semejantes, basta refleccionar en que pasan de 30,000 las observaciones que ha sido menester ejecutar en el observatorio del señor Boss

Pero no es esto solo, el activo profesor se ha dedicado especialmente al estudio de los cometas cuyas observaciones se hacen en el observatorio de Dudley con un detenido exámen. En efecto, en marzo de 1882 se descubrió en ese observatorio el primer cometa en que haya podido distinguirse con el espectroscopio la raya del sodio.

En 1881 ganó el premio ofrecido por por el señor Warner, uno de esos ricos patricios de la ciencia, quien dedicó un premio para el mejor estudio sobre los cometas; premio al cual podian optar todos los astrónomos de los Estados Unidos i del Canadá. Entre 125 memorias presentadas, cúpole al jóven astrónomo Boss la gloria de que la suya fuese premiada.

Para terminar la apreciacion de esta tan bien llevada vida de trabajos científicos, no omitiremos consignar un hecho interesante. Poco ántes de dirijirse a Chile el señor Boss, predijo que el gran cometa que todos pudimos admirar bajo nuestro cielo en 1882, no era sino el mismo cometa observado en 1843 i 1880, i que volveria hácia el Sol otra vez por el año 1884 i quizás ántes. "Esta prediccion, nos escribia el señor Boss, creo firmemente que se verificará, apesar de que ha sido contradicha, sobre todo al principio, por casi todos los astrónomos."

Esperemos que la realizacion de este fenómeno venga a ser una nueva palma agregada a las muchas que ya se ha conquistado el Jefe de la Comision de Norte América.

El señor Boss tuvo como compañero de tareas a un hombre de ciencia ya esperimentado en los trabajos astronómicos, el señor Myles Rock, astrónomo agregado al Observatorio naval de Washington i con una brillante hoja de servicios. Tanto en una importante comision científica que le fué encomendada por el gobierno de Washington, en la República Arjentina, como en otra análoga, en Colon, el señor Miles Rock se desempeñó con gran éxito.

El señor Rock tenia un temperamento tranquilo, i desempeñando principalmente el puesto de calculador en la

Digitized by Google

Comision americana de Chile, fué un auxiliar abnegado que prestó importantes servicios al señor Boss.

En el fotógrafo debe considerarse al hombre que conoce la ciencia i al artista. Sin sólidos conocimientos de física i de química i sin penetrar los secretos de la estética del arte, no se puede llegar a ser un verdadero fotógrafo. El señor Marceau, fotógrafo jefe de la Comision americana, ventajosamente conocido en el mundo artístico de los Estados Unidos i en los establecimientos científicos, poseia ámbas cualidades. Por eso nos felicitamos de corazon, viendo que el señor Marceau ha querido establecerse entre nosotros despues de haber colaborado en la Comision americana con notable acierto.

Tuvo el señor Marceau como compañero de trabajo a un fotógrafo mui hábil i conocido entre los artistas de los Estados Unidos, el señor Cudlip.

La Comision americana que nos visitó en 1882 fué una de las ocho comisiones organizadas por el Ministerio de la Marina de los Estados Unidos para observar el paso de Venus. De estas comisiones, tres se establecieron en los Estados del Sur de la gran república, una en Washington, i otra fué enviada al Cabo de Buena Esperanza bajo la direccion del profesor señor Simon Newcomb. El célebre injeniero jeógrafo Charles Smith se dirijió a la Nueva Zelandia con otra comision; i por último, una octava fué enviada a Santa Cruz de Patagonia dirijida por el teniente Samuel S. Very.

Los astrónomos americanos al llegar a Santiago debieron inmediatamente poner manos a la obra. Efectivamente, habiendo partido de los Estados Unidos el 30 de setiembre, arribaban a Valparaiso el 30 de octubre inmediato,

Digitized by Google

i, si se atiende a las delicadas instalaciones que esta Comision debia establecer para poner en planta los métodos de observacion acordados en los Estados Unidos, se verá que el tiempo era por demas angustiado.

Gracias a la actividad americana i a la enérjica ayuda que al arribar a Valparaiso les prestaron el señor Intendente de esa provincia, i el alcalde señor José María Necochea, quien con el mas grande celo hizo cuanto le fué posible por dar facilidades de todo jénero al señor Boss, la Comision americana pudo llegar a la capital al dia siguiente, con todo su valioso material.

En Santiago la Comision americana tuvo la suerte de ponerse en contacto con el señor jeneral don Márcos Maturana por el intermedio del distinguido fotógrafo señor Eduardo C. Spencer. I decimos que la Comision americana anduvo afortunada, porque realmente consideramos así el poder ser patrocinados por el tan distinguido i bondadoso jeneral.

A los dos dias el señor jeneral Maturana ponia a disposicion de la Comision americana un espacioso solar dependiente de la Fábrica de cartuchos que, como se sabe, está situada hácia el sur del Parque. Los astrónomos americanos pudieron instalare en una cómoda casa i contar con los obreros i con todos los recursos de la maestranza de la Artillería, que el señor jeneral Maturana con la autorizacion del supremo Gobierno puso con la mayor jenerosidad a su disposicion.

Instrumentos de la Comision de los Estados Unidos de Norte-América.

Tuvimos la suerte en Chile de poder presenciar el 6 de diciembre de 1882 una série de observaciones tendentes a determinar la paralaje solar por medio del paso de Venus, en las cuales se hizo uso de todos los métodos que la ciencia recomienda en tal caso. Hemos visto que la Comision francesa observó los contactos i realizó numerosas medidas micrométricas por observacion directa, i que la Comi-

Digitized by Google

sion belga se valió para realizar esas mensuras del heliógrafo. La Comision americana venia provista de los elementos necesarios para realizar tambien esas medidas haciendo uso de un fotoheliógrafo, para lo que disponia de un hermoso aparato especial. Contaba ademas con dos ecuatorialespara observar los tiempos de los contactos.

Enumeremos sucintamente los instrumentos de que venia provista esta Comision.

1º Un fotoheliógrafo horizontal con objetivo de 5 pulgadas de abertura, provisto de un helióstato con espejo plano, con el objeto de reflejar la imájen del Sol en el telescopio horizontal. La distancia focal de este instrumento era de 39 piés.

2º Un ecuatorial construido por los célebres fabricantes Alvan Clark & Sons, con un objetivo de 5 pulgadas de abertura i una distancia focal de 6 piés. Este instrumento tenia círculos de declinacion i horario i podia adaptársele un micrómetro de doble imájen de Airy.

3º Un ecuatorial, tambien de Alvan Clark & Sons, de 3 pulgadas de abertura, dedicado especialmente a la observacion de los contactos.

4º Un instrumento de trásito para la determinacion de la hora i de la latitud. Era éste un curioso instrumento del jénero denominado *Broken telescospe* (telescopio quebrado) con su prisma de refleccion total. El objetivo tenia 2½ pulgadas de abertura i la distancia focal era de 30 pulgadas.

5º Un cronógrafo i sus accesorios.

6º Dos hermosos cronómetros con contactos eléctricos que permitian ponerlos en coneccion con el cronógrafo. Ademas otro cronómetro sin contactos eléctricos.

Agréguese a lo anterior, una série de pequeños instrumentos para las operaciones primordiales de instalacion, el laboratorio de fotografía, las cabañas para abrigar los instrumentos, i se tendrá una idea de la labor que era necesario ejecutar para hacer esas instalaciones i verificar los instrumentos.

Digitized by Google

Los fotoheliógrafos.

Si queremos imponernos de los detalles del método fotográfico puesto en planta por la Comision americana en Santiago, será necesario entrar en ciertos pormenores acerca del papel que desempeñan actualmente en astronomía los procedimientos fotográficos.

El reputado profesor H. Vogel de la Academia politécnica de Berlin, que es una especialidad en esta materia, nos dará la clave de estas operaciones.

La fotográfía astronómica desempeña un doble papel: está llamada a trazar una fiel imájen de ciertos fenómenos celestes cuya duracion es tan corta o el aspecto tan variable que es imposible o incómodo dibujarlos, como los eclipses o las manchas del Sol; i, a reproducir cuerpos i constelaciones cuyas imájenes puedan servir de base de medidas. La fotogrfía ha salido airosa en estas dos aplicaciones, i existen varios observatorios en los que se la emplea en trabajos cotidianos, tales como la reproduccion de las manchas del Sol.

La manera de preparar la fotografía astronómica difiere poco de los procedimientos ordinarios. Si no se emplean los aparatos comunes, es únicamente por que las imájenes serian mui pequeñas si se toma en consideracion la gran distancia de los astros a la Tierra. La magnitud de las imájenes lenticulares es directamente proporcional a la distancia focal. Se emplean, por consiguiente, para las reproducciones astronómicas, lentes astronómicas cuya distancia focal es de mucha lonjitud, i se transforma el telescopio en aparato fotográfico.

En un telescopio dispuesto para la fotografía, el objetivo se deja en su lugar; pero el ocular se reemplaza con un sistema idéntico al de la parte posterior de la cámara fotográfica. Por otra parte, un telescopio fotográfico debe estar montado paralácticamente si se quiere que las imájenes fotográficas obtenidas sean perfectamente nítidas.

A Berkowsky se debe la introduccion en la astronomía de los procedimientos que permiten fijar las imájenes de

Digitized by Google

la cámara oscura. Este ensayo fué ejecutado en 1851 en el observatorio de Kœnigsberg empleando el célebre heliómetro de Bessel, durante un eclipse total de Sol. El daguerreotipo que así se obtuvo es famoso. Se distinguian perfectamente los admirables fenómenos que se observan en los eclipses totales, esas llamas que se lanzan mas allá del disco oscurecido del Sol i que son conocidas bajo el nombre de protuberancias. En 1860 Warren de la Rue de Inglaterra i Secchi de Roma emprendieron una espedicion cuyo objeto era observar, por medio de la fotografía, el eclipse de Sol de Rivabellosa. Ambos obtuvieron interesantes imájenes sobre placas colodionadas. En 1868 el gobierno de la Alemania del Norte equipó una espedicion encargada de observar el eclipse de Sol del 18 de agosto i envió a Aden a los señores Fritsch, Zencker, Tiele i Vogel, a los cuales se les confió la reproduccion fotográfica. El gobierno ingles envió a la India otra espedicion fotógráfica. La Alemania, la Inglaterra, el Austria i la Francia tambien enviaron sabios a los cuales se les comisionó para observar conjuntamente el fenómeno.

Esas espediciones se emprendieron en medio de numerosas dificultades; pero los resultados obtenidos han permitido resolver definitivamente el problema de la naturaleza de las protuberancias, i la esperiencia adquirida ha facilitado singularmente las ulteriores observaciones fotográficas.

Aunque a riesgo de estendernos demasiado, pero con el deliberado propósito de manifestar bien el papel de la fotografía en astronomía, reproducimos, estractando ,la interesante relacion que hace Vogel de sus observaciones practicadas en Aden.

"El aspecto de Aden nada tiene de atrayente. Una masa de rocas áridas, salvajes, hendidas, los restos de un volcan apagado, algunas obras de fortificaciones, almacenes, fragmentos de carbones; tal era el aspecto bajo el cual se nos presentó la localidad en donde debíamos vivir durante catorce dias. Faltaba en absoluto el color verde en la naturaleza.

"Fuimos desembarcados nosotros i nuestros equipajes en medio de los gritos i de las querellas de los árabes. Nos impusimos de que aquellos de nuestros colegas que habian

Digitized by Google

llegado ántes que nosotros recibieron del Gobierno ingles la mas amable recepcion, i que se les habia señalado como morada dos chozas situadas al oriente.

"Despues de largas investigaciones concluimos por encontrar a nuestros colegas reunidos a los miembros de la espedicion austriaca, señores Weiss Oppolzer i Riha. Nuestros compatriotas estaban tambien tan confortablemente establecidos como era de desearlo en esa árida costa. El Gobierno ingles nos ofreció la hospitalidad mas jenerosa. Nos atendian un personal completo de servidores, un cocinero, etc. Teníamos a nuestra disposicion carruajes, camellos, i cada uno de mis deseos era satisfecho en el acto. Por otra parte, nuestro bienestar material no dejaba que desear; la temperatura (32° centígrados) era débil comparada con el calor del mar Rojo; un fresco viento soplaba constantemente sobre la altura de Marshagill donde se encontraba nuestra choza contribuyendo eficazmente temperar el calor.

"Aun nos quedaban diez dias para prepararnos a tomar la fotografía del eclipse. Empleámoslos en establecer el zócalo de nuestro telescopio fotográfico i en concluir de orientarnos tan exactamente como fué posible. Era nuestro observatorio una choza cuyo techo abrimos en parte para poder mirar con el telescopio. El resto del espacio disponible fué transformado en laboratorio. En esa pequeña cabaña casi no estábamos protejidos contra el viento, i lo estábamos aun ménos, contra el polvo. Nos aprovisionaban de agua cargada a lomo de asno en odres de piel de cabra. Dos tiendas que formaban parte de nuestros bagajes, servian de cámaras oscuras. Con aparatos especiales pudimos tomar vistas de paisajes i de retratos, proporcionándonos una buena ocasion de verificar la pureza de nuestros productos químicos.

"Al cabo de poco tiempo habíamos terminado algunas manipulaciones necesarias. Era mas difícil ponerse al abrigo de los efectos del polvo i de la traspiracion. Por el mas lijero trabajo el sudor nos inundaba, bañaba nuestras frentes, goteaba en la estremidad de nuestros dedos i venia a menudo a alterar una placa, que justamente se acababa de pulimentar o de preparar. Sin embargo, pronto la esperiencia de esos peligros nos enseñó las pre-

Digitized by Google

cauciones que debian tomarse, i veíamos con calma llegar el dia del eclipse. Solamente el estado del cielo nos causaba algunas aprensiones. Todas las descripciones de Aden nos habian hecho esperar un cielo siempre puro. Viajeros competentes nos habian asegurado que llovia cuando mas tres veces al año i que las nubes eran un raro fenómeno. Fué grande nuestra sorpresa cuando descubrimos las alturas volcánicas de Aden cercadas de nubes, i cuando desde la primera mañana un tremendo chubasco saludó nuestra llegada. Nuestros temores aumentaron cuando vimos que diariamente se levantaba el Sol en un cielo empañado i cuando observamos que esas condiciones climatéricas mas bien se agravaban a medida que pasaba el tiempo. Todo nos hacia presajiar un desgraciado resultado para nuestra mision i pronto perdimos toda esperanza.

"El dia del eclipse salimos de nuestro albergue a las cuatro de la mañana. Ya las nueve décimas partes del cielo estaban cubiertas. Empezamos a trabajar con resignacion. La espedicion de la Alemania del Norte se habia encargado de tomar la fotografía del eclipse total. Nos habíamos provisto para el efecto de una lente de 6 pulgadas i de 6 piés de distancia focal. Esta lente, cuyo foco óptico coincidia con el foco químico, habia sido tallada por Steinheil; producia una imájen del Sol de tres cuartos de pulgada de diámetro. Se podian tomar a la vez dos pruebas fotográficas sobre la misma placa haciendo uso de un bastidor de doble compartimiento. Como el Sol i la Luna se mueven, si este instrumento hubiese permanecido inmóvil, hubiera producido imájenes sin nitidez. Por esto, el telescopio era arrastrado por un movimiento de relojería que le permitia seguir exactamente la trayectoria de los astros. Para evitar toda vibracion en el tubo se habia tenido el cuidado de no unir directamente la tapa del objetivo al telescopio; esa tapa fija a un soporte separado habia sido unida al instrumento por el intermedio de una envoltura elástica.

"La duracion del eclipse total no fué sino de 3 minutos en Aden i de 5 minutos en las Indias. Si habíamos elejido a Aden por estacion, fué porque ya habia observadores fotógrafos en las Indias i porque el eclipse comenzaba en Aden próximamente una hora mas temprano. Era éste el medio

Digitized by Google

de observar si los notables fenómenos de las protuberancias, que se manifiestan durante los eclipses totales varian o nó con el tiempo.

"Nuestra tarea debia consistir, pues, en tomar durante estos tres minutos el mayor número posible de fotografías. Con este objeto nos habíamos ejercitado en el manejo del telescopio fotográfico de la misma manera que los artilleros lo hacen con sus cañones.

"El doctor Fritzsch preparaba las placas en la primera tienda, el doctor Zencker introducia el bastidor para el negativo en el telescopio, el doctor Tiele esponia, i yo desarrollaba en la segunda tienda.

"Habíamos comprobado que era posible hacer de esta manera seis fotografías en tres minutos.

"El momento decisivo se acercaba; mirábamos con ansiedad el cielo cargado de nubes. Con gran gozo vimos que aparecian algunos claros al traves de los cuales percibimos una especie de hoz, el Sol, que ya estaba parcialmente eclipsado por la Luna. El paisaje estaba iluminado por una luz descolorida, intermedia entre la luz del dia i la claridad de la Luna. Las propiedades químicas de esta luz eran mui débiles. Se tomó una fotografía de las nubes haciendo uso de la lente aplanética de Steinheil provista de un diafragma de mediana dimension; pero fué necesario esperar quince segundos para que la imájen apareciese suficientemente.

"Los últimos minutos ántes del eclipse total (que empezó a las 6^h 20^m), pasaron rápidamente. El doctor Fritzsch i yo nos introdujimos en nuestra tienda i nos quedamos para preparar i para desarrollar las placas. Por esto no hemos visto nada del eclipse total. Nuestro trabajo empezó. La primera placa fué puesta durante 5 a 10 segundos, para determinar, por este ensayo, cual era poco mas o ménos la duracion conveniente.

"Mohammed, nuestro sirviente negro, me llevó a la tienda el primer bastidor con negativo. Vertí la sal de hierro sobre la placa espiando con una ardiente impaciencia la silueta que iba a mostrarse. Mi lámpara se apagó. "Luz! Luz! grité. Luz!" pero nadie me oia. Todos tenian demasiado que hacer. Entré a la tienda llevando la placa en la mano izquierda; con la derecha tuve la felicidad de

Digitized by Google

alcanzar una lamparita con aceite que habia encendido por precaucion, i pude ver aparecer sobre la placa la pequeña imájen del Sol. Por un lado el borde sombrío del astro estaba rodeado de una série de pequeñas prominencias particulares, i por el otro presentaba una especie de cuerno. El aspecto de ámbas fotografías no ofrecia diferencia alguna. Grande era mi gozo, pero no tenia tiempo de abandonarme a él. Pronto la segunda placa estuvo en mi tienda, i un minuto mas tarde tambien la tercera. "Llega el Sol" esclamó Zenker. El eclipse total habia terminado. Todo lo que acabo de contar nos pareció asunto de un instante, porque el tiempo habia pasado con una estrema rapidez.

"La segunda placa sometida a la accion del desarrollo no presentó sino una imájen apénas indicada por trazas mui débiles. Un velo de nubes que pasaba en el momento de la esposicion habia detenido casi por completo la accion fotográfica.

"La tercera placa mostró, como la primera, dos imájenes bien reunidas con protuberancias en el borde inferior.

"Estábamos satisfechos de ese resultado. Las placas fueron lavadas inmediatamente, fijadas, barnizadas i aun algunas copias sobre vidrio, ejecutadas en malas condiciones, fueron remitidas separadamente a Europa para evitar la eventualidad de la pèrdida de nuestras pruebas.

"Los observadores alejados media legua de nuestra estacion anduvieron ménos favorecidos que nosotros. Un velo de nubes les ocultó la vista del eclipse total del que no vieron absolutamente nada.

"Terminada nuestra principal mision no permanecimos largo tiempo en Aden. El vapor debia partir tres dias despues para Suez. El telescopio, el movimiento de relojería, todos nuestros instrumentos i productos químicos fueron rápidamente empaquetados, cargados sobre camellos i trasportados al puerto. El 21 de agosto nos despedimos de la rocallosa i salvaje isla donde acabábamos de vivir i nos embarcábamos con direccion a Suez."

Esta espedicion tan gráficamente descrita por el señor Vogel dió fecundísimos resultados. Los ingleses observando fotográficamente en las Indias obtuvieron foto-

Digitized by Google

grafías con protuberancias diferentes de las de Aden. Las observaciones espectrales ejecutadas simultáneamente por Janssen confirmaron la causa variada de su aspecto: a saber, que las protuberancias no son cuerpos sólidos, sino que, como las nubes, cambian sin cesar de forma. Janssen reconoció durante el eclipse total que las protuberancias presentan rayas claras en el espectroscopio; ahora bien, esta propiedad no pertenece sino a los gases. El problema de la naturaleza de las protuberancias estaba resuelto. Al mismo tiempo Janssen determinó exactamente la posicion de las rayas claras del espectro, reconociendo así que la sustancia gaseosa era el hidrójeno incandescente.

El papel de la fotografía en la astronomía no se limita únicamente a reproducir los eclipses de Sol. La fotografía llena aun otras funciones importantes. Todos los dias, en efecto, se toman fotografías del disco solar. Observaciones continuadas durante siglos han probado que este astro es teatro de incesantes cambios. Aparecen manchas que se agrandan i desaparecen. En otro tiempo se atribuia esas apariencias a profundos agujeros que se formaban, decian, en medio de las luminosas nubes que envolvian un núcleo sólido. Hoi se las mira, segun Schellen, como inmensas trombas que jiran en la atmósfera del Sol, o como nubes condensadas. La naturaleza de esas manchas aun no se ha profundizado completamente. Siguen la rotacion del Sol al rededor de su eje cambiando frecuentemente de aspecto. La observacion de las manchas ha permitido determinar el tiempo de esta rotacion. Estudios mas recientes han probado, segun el señor Vogel, (el señor Vogel escribia en 1876) que las dimensiones de las manchas del Sol, i su mayor o menor frecuencia, varian durante períodos determinados en coneccion con los fenómenos magnéticos del globo (1).

(1) Existe un hábito o una tendencia instintiva del espíritu que nos conduce a querer esplicarlo todo i a imajinar la esplicacion cuando ella nos falta. Ahora bien, si es evidente que se puede descender lijítimamente de una

Digitized by Google

La fotografía da instantáneamente la imájen de la superficie del Sol, de sus manchas, de su magnitud i de su número. Gracias a las vistas tomadas todos los dias, durante un mes, se puede abarcar de un golpe de vista los sucesivos aspectos de la superficie i leer en ese fiel espejo la historia del cuerpo central de nuestro sistema planetario. El señor Lewis Rutherford de Nueva-York, rico aficionado a quien debe mucho la fotografía astronómica, ha hecho construir de su propio peculio un observatorio fotográfico donde ha tomado un gran número de vistas de ese jénero.

La astronomía se ha dirijido a la fotografía para mas importantes servicios, llamándola a trazar la imájen del cielo estrellado, a reproducir las constelaciones i a fijar las posiciones relativas de las estrellas.

Esas determinaciones han sido en todo tiempo uno de los principales objetos de la astronomía. Los catálogos de las estrellas son incompletos o por lo ménos los de aquellas que son accesibles a la fotografía (desde la 1ª hasta

---

causa conocida al efecto que produce, no es ménos claro que la operacion inversa es completamente arbitraria i está espuesta a todos los azares de la interpretacion.

Hemos visto que el señor Mascart en su informe sobre el Congreso de electricistas, decia en 1881 que "se sabe desde largo tiempo que existe una relacion estrecha entre las perturbaciones magnéticas, las auroras polares i las corrientes que se manifiestan en la superficie de la tierra;" pero, el eminente profesor, se abstenia de indicar de qué naturaleza eran esas relaciones i, ni mencionaba la que con las manchas del Sol puedan tener esos fenómenos.

Pocos meses despues de publicar el señor Mascart ese concienzudo informe sobre los trabajos de los electricistas mas renombrados del mundo, daba cuenta a la Academia de Ciencias, en abril de 1882, de una perturbacion magnética observada hácia la misma época.

"Una perturbacion magnética mui importante, decia, se ha hecho sentir en Francia durante la mayor parte de la última semana. Las líneas telegráficas aéreas o subterrá-

Digitized by Google

la 7ª magnitud). Por otra parte, las medidas ya tomadas pueden correjirse por el empleo de métodos perfeccionados. La fotografía presenta a este respecto una grande importancia, a causa de la facilidad relativa de sus procedimientos i de la exactitud de sus resultados. Como las estrellas que parecen fijas no lo son, puesto que en la naturaleza no hai ni reposo ni inmobilidad, el estudio de la naturaleza jamas concluye. Sin embargo, la posicion de las estrellas varía con una estremada lentitud. Son necesarias observaciones astronómicas mui delicadas para descubrir esas variaciones en un intervalo de una corta série de años. El estudio de los *movimientos propios de las estrellas fijas* se hace constantemente; pero las medidas que exije deben ejecutarse con la mayor precision i ser proseguidas durante jeneraciones.

---

neas, en casi todas direcciones, han sido recorridas por corrientes accidentales; en ciertas horas particularmente, la perturbacion en el servicio era tan grande que no ha sido posible trasmitir los partes sino por circuitos cerrados, no estableciendo sino un solo contacto con la tierra. En las líneas internacionales se han notado los mismos resultados; es probable por consiguiente, que nos encontrábamos bajo la influencia de una tempestad magnética que abrazaba una gran estension i cuyos efectos han podido ser observados en todo el hemisferio norte.

"Los fenómenos de esta naturaleza son de la mas alta importancia para el conocimiento del magnetismo terrestre; solo por el estudio simultáneo de las perturbaciones producidas en el mundo entero *se podrá llegar, sin duda, a determinar el oríjen i el modo de propagacion;* i ese es el objeto que se ha tenido en mira organizando espediciones polares a las cuales se disponen hoi dia a prestar su concurso la mayor parte de las naciones civilizadas."

Daba en seguida, el sábio profesor, los números obtenidos en una série de instrumentos magnéticos durante esas perturbaciones; números que comprueban las anomalías notadas i concluia así:

Durante este mismo período, el aparato inscriptor de la electricidad atmosférica no indica ninguna perturbacion que pueda referirse al fenómeno magnético (Pendant cette même pério-

Digitized by Google

Conviene insistir sobre un punto interesante a este respecto. Por una parte las estrellas fijas no son inmóviles, i por otra sus distancias a la tierra son mui diferentes. La distancia de las mas cercanas a nosotros es sorprendente. El fotógrafo que quiera dar el medio de juzgar del aspecto de un objeto buscará siempre la manera de tomar varias imájenes desde varios puntos de vista diferentes. Dos fotografías de un objeto poco lejano, tomadas desde dos puntos cuya separacion sea de algunos centímetros parecen diferentes, i consideradas convenientemente, producen el efecto estereoscópico. No se podria encontrar sobre la Tierra una distancia suficiente que hiciera variar el aspecto de las constelaciones fijas. Sin embargo, la Tierra en su revolucion anual al rededor del Sol, pasa cada seis meses por puntos opuestos de su órbita, cuya distancia diametral es de 30 millones de miriámetros. Esta enorme distancia basta algunas veces para que se pueda observar alguna variacion en la posicion relativa de algunas estrellas, no a ojo desnudo, ni por medio de imájenes estereoscópicas, sino ejecutando delicadas medidas astronómicas. Se ha determinado la distancia de las estrellas fijas mas cercanas i se la ha avaluado en miles de millones de miriámetros.

---

de, l'enregistreur d'electricité atmosphérique n'indique aucune perturbation qui puisse être raportee au phénomène magnétique.)"

¿Son los meteoros eléctricos, son los magnéticos o son ámbos los relacionados con las manchas solares?

No nos arrepentimos de los siguientes conceptos emitidos en un artículo que con fecha 3 de diciembre de 1882 publicamos en el Diario Oficial:

"Hai ademas ciertos fenómenos mui importantes que acompañan a las auroras polares. Así, por ejemplo, parece ya bastante demostrado que siempre que se produce una aurora en un polo se produce otra en el polo opuesto. No está ménos confirmado el que siempre que se producen auroras polares hai anomalías en el sentido de las corrientes derivadas en las líneas telegráficas, i tambien perturbaciones en la aguja imantada. Algunos físicos i astrónomos han creido encontrar coincidencias entre los períodos de-

Digitized by Google

Para anotar el cambio de las posiciones relativas i el movimiento propio de las estrellas, es necesario proseguir durante años i durante siglos la observacion de las mas cercanas; para calcular la distancia a la Tierra es necesario verificar la repeticion periódica anual de los cambios. Es evidente que la determinacion fotográfica de esas posiciones es de la mas alta importancia para la resolucion de esos dos problemas astronómicos.

La fotografía de las estrellas ha sido introducida en la ciencia hace cerca de treinta años por el profesor Bond, de Cambridge (Massachusetts) i perfeccionada por el señor Lewis Rutherford de Nueva-York.

Rutherford ha reproducido muchas constelaciones. Esas fotografías serán mui importantes en algunos siglos, como términos de comparacion para reconocer hasta que punto han cambiado de posicion las estrellas llamadas fijas.

La Luna, nuestra mas próxima vecina en el cielo, parece invitarnos especialmente a los estudios fotográficos. Se puede reconocer a la simple vista las desigualdades de su superficie (montañas de la Luna), la desigual coloracion de su suelo (manchas de la Luna). Su superficie nos parece inmóvil, de un aspecto casi vidrioso, i nos oculta miles de enigmas. Parece desierta, desprovista de aire i de agua.

Warren de la Rue ha ensayado la manera de fotografiar ese raro cuerpo tan cercano a la Tierra, i sin embargo tan

---

cenales de la aparicion de las auroras polares i un período semejante de las manchas del Sol. I a propósito de este pretendido fenómeno, es mui exacto, como lo asegura el profesor Boss, que Wolf i tambien Sabine i Gautier notaron una singular semejanza entre un período casi decenal notado por Schwabe en la frecuencia de las manchas solares, i un período igual verificado por Lamont en la amplitud de las variaciones diurnas de la declinacion de la aguja manética. Pero es necesario advertir que el profesor Broun, remontando hasta las observaciones magnéticas de Cassini, comenzadas en 1773, ha demostrado hasta la evidencia que los dos períodos están léjos de ser iguales i que difieren en mas de seis meses."

Digitized by Google

diferente de nuestro planeta. Hoi las fotografías de la Luna no dajan que desear.

Hace algunos años que Schmidt afirmó en Aténas que no se podia percibir cierto volcan de la Luna señalado por Mädler cuarenta años ántes. Schmidt comprobó así la posibilidad de cambios sobre esta superficie inmóvil en apariencia. Si se hubiera podido tomar una fotografía en la época en que Mädler observó el volcan en cuestion, sabríamos hoi a que atenernos a ese respecto.

El Sol i los eclipses de Sol, la luna i las estrellas no son los únicos objetos de la fotografía astronómica. Sus límites se han apartado desde el descubrimiento del análisis espectral.

Se habia reconocido que las rayas aisladas del espectro solar son producidas por materias incandescentes de diversa naturaleza i que cada elemento presenta invariablemente las mismas rayas. La presencia de ciertas líneas espectrales permitia reconocer, por lo tanto i con seguridad, la presencia de ciertos elementos. Se hizo necesario entónces poseer un dibujo exacto del espectro solar i de sus innumerables rayas para reconocer inmediatamente, comparando ese dibujo con el espectro de una llama o de una estrella fija, las materias que ocasionan esas rayas. Kirchoff, que colaboró en el descubrimiento del análisis espectral, i Angström han trazado con enorme trabajo ese detallado dibujo del espectro solar. Su trabajo se habria simplificado esencialmente si Rutherford hubiese publicado un año ántes su fotografía del espectro.

La fotografía, aplicada al análisis espectral, ha permitido reproducir en estos últimos años al señor Mascart un espectro ultra-violeta mui puro (que no se ve a la simple vista) seis veces mas largo que el espectro luminoso. (1)

Se ha tratado de resolver aun por medio de la fotografía otros importantes problemas. Así, por ejemplo, el doctor Zencker creia poder determinar las trayectorias de las

(1) Recherches sur le spectre solaire ultra-violet, par M. E. Mascart.

Digitized by Google

estrellas filantes. Desgraciadamente emiten mui poca luz i no producen una impresion duradera sobre la placa fotográfica durante su corta aparicion.

Por último, la fotografía, como dijimos en nuestra introduccion, permite determinar la distancia de los cuerpos celestes a la Tierra.

Hemos visto que gracias a las leyes descubiertas por el célebre astrónomo Keplero el problema de la determinacion de la distancia del Sol a la Tierra equivale a determinar la distancia a que nos encontramos de Venus. Esta medida es necesario tomarla, como sabemos, en el momento en que el planeta se encuentra entre la Tierra i el Sol. Pero Venus no es visible sino cuando está exactamente delante del disco del Sol, mostrándosenos entónces como un punto negro, i cambiando constantemente de posicion a causa del movimiento de la Tierra i del movimiento propio del astro ocultante. Como por esta circunstancia es difícil efectuar medidas simultáneas en dos puntos alejados de la superficie del globo, se ha tenido la idea de emplear la fotografía en esas observaciones. La reproduccion fotográfica del fenómeno permite calcular la distancia de Venus al centro del Sol, considerando ese centro como fijo.

Un observador colocado en la estremidad de un diámetro terrestre, como lo hemos dicho, veria a Venus cuando pasa delante del Sol en una posicion dada. Otro observador colocado en la estremidad del mismo diámetro veria que Venus se proyectaba en un punto diferente. Por consiguiente, si se tomaran fotografías de Venus desde diversos puntos de la Tierra, veríamos que ocupaba una posicion diferente con relacion al centro del Sol.

Se conoce exactamente la direccion de la línea de visada al centro del Sol. El diámetro de este astro nos aparece bajo un ángulo de 30 minutos próximamente. Supongamos que ese diámetro esté dividido en treinta partes; cada una de ellas corresponderá a un minuto. Bastará, por consiguiente, medir de cuantas de esas partes aparece Venus alejada del centro del Sol para saber que ángulo forma la direccion de la línea de visada al centro del Sol con

Digitized by Google

la direccion de la línea de visada a Venus. Restando este ángulo del que forma la primera de esas rectas con la línea que une los dos observadores, se tiene por diferencia el ángulo de ésta última con la línea de visada a Venus; poseyéndose entónces todos los elementos necesarios para calcular la distancia de Venus i, por lo tanto, la del cuerpo central que es la base de todas las medidas astronómicas.

Hemos creido que, volviendo a insistir sobre este punto, nos formaríamos una idea mas exacta de los instrumentos que se proponia utilizar la Comision americana.

El 21 de noviembre, el fotoheliógrafo, i los demas instrumentos de la Comision americana, quedaban instalados, de tal manera que el primer ensayo fotográfico pudo hacerse el dia 22. Hemos dicho que el fotoheliómetro tenia 39 piés de distancia focal; atendida a esta enorme dimension, no tenia tubo. El espejo plano del helióstato (sin platear), el objetivo i el porta-placas estaban montados sobre soportes distintos.

Una superstructura de tablas, sostenida por pilares, servia como tubo entre el objetivo i el porta-placas. Este último estaba colocado en el interior del taller mismo de manipulacion.

En fin, el eje óptico del sistema estaba matemáticamente colocado en la prolongacion del de el instrumento de pasos.

Esta disposicion permitia no solamente que los dos aparatos sirviesen el uno al otro mútuamente de colimador, sino que facilitaba singularmente la determinacion de los errores instrumentales (1).

La placa colodionada se esponia a la luz detras de un vidrio sobre el cual habia trazada una cuadrícula perfectamente medida.

---

(1) "El fotoheliógrafo, nos escribia el señor Boss, fué colocado mui exactamente en posicion. Por frecuentes medidas de sus errores de azimut i de nivel, comprobados ántes del dia del tránsito i en el mismo dia, me cercioré que esos errores eran inferiores a 2 segundos de arco."

Digitized by Google

Las rayas de la cuadrícula, reproduciéndose en las pruebas fotográficas, permitian apreciar las deformaciones posibles de la imájen solar, proporcionando al mismo tiempo una base para la medida del ángulo de posicion.

Al tomar cada prueba se fotografiaba una línea a plomo, línea que servia de referencia en la medida del ángulo mencionado. Se determinó con toda exactitud la vertical en el punto en que se tomaba la fotografía. Ademas, el punto norte del Sol se determinaba en esta imájen por el cálculo, tomando como base el tiempo conocido, inscrito automáticamente en el cronógrafo, en el momento de efectuar la esposicion.

Para poder determinar el valor de una distancia dada en la fotografía, se midió la distancia focal valiéndose de un tornillo micrométrico cuidadosamente correjido de errores, de temperatura, etc.

El dia del tránsito se tomaron 240 fotografías, consideradas todas como excelentes. Estas fotografías tenian 0^m1117 de diámetro.

La esposicion de las placas no duraba sino el tiempo estrictamente necesario empleado en mover la pantalla.

No nos es posible, atendiendo al laconismo de nuestra noticia, consignar por completo la série de correcciones i operaciones diversas que exijió cada uno de los instrumentos empleados en la observacion del paso de Venus, i mui especialmente los fotoheliógrafos. No obstante, uno que otro detalle relativo a las manipulaciones químicas fotográficas no carecerá de interes (1).

Preparacion de las placas.

El colodion de que se sirvieron los fotógrafos americanos venia preparado de Estados Unidos en botellas de vidrio anaranjado no completamente llenas.

Escojidos los vidrios i marcados, se procedia a limpiarlos empleando una disolucion recomendada por el señor Lea, especialmente para las operaciones fotográficas del paso de Venus.

(1) Instructions for observing the transit of Venus, december 6, 1882, prepared by the Commission authorized by Congress. Washington, 1882.

Digitized by Google

Se componia de:

Bicromato de potasa.....	4 onzas.
Acido sulfúrico.....	6 "
Agua.....	50 "

Despues de efectuar esta operacion, se procedia a albuminarlos valiéndose de

Clara de huevo.....	1 onza.
Agua.....	16 "
Amoniaco concentrado.....	15 escrúpulos.

Ejecutadas estas operaciones, la placa quedaba lista para ser colodionada en el momento oportuno.

El desarrollo.

El agua empleada para lavar las placas ántes del desarrollo, i durante el desarrollo debia tener por lo ménos una temperatura de 60° Far., i aun mejor de 90 a 100°.

Las disoluciones requeridas eran:

Alcohol i tanino.

Tanino.....	20 granos.
Alcohol concentrado.....	1 onza.
Agua.....	1 "

Disolucion pirogálica.

Acido pirogálico.....	3 granos.
Agua.....	1 onza.

Como esta disolucion se descompone con el tiempo, se la preparaba en el momento de usarla.

Amoniaco diluido.

Amoniaco concentrado.....	30 escrúpulos.
Agua.....	1 onza.

Disolucion bromurada.

Bromuro de potasio.....	20 granos.
Agua.....	1 onza.

A esta debe agregarse·

Digitized by Google

Disolucion citro-alcalina.

Citrato de amoniaco.....	30 granos.
Amoniaco concentrado.....	30 escrúpulos.
Agua.....	1 onza.

Fijacion i barniz.

Tan pronto como se terminaba el desarrollo se procedia a lavar con una disolucion de hiposulfito de soda. No se usó el cianuro de potasio.

Disolucion para fijar.

Hiposulfito de soda.....	De ½ a 1 onza.
Agua.....	16 "

Despues de bien lavada la placa, se procedia a barnizarla por el método ordinario.

Completemos estos datos indicando la manera como debian preparar los fotógrafos americanos el colodion en el caso en que el preparado de antemano pudiera faltar.

Colodion bromo-iodurado.

Alcohol.....	10 onzas.
Eter.....	10 "
Yoduro de amonio.....	40 granos.
Yoduro de cadonio.....	60 "
Bromuro de amonio.....	20 "

El baño de plata debia contener 40 granos de nitrato de plata en una onza de agua, debiendo ser lijeramente ácido, de manera que alcanzase a enrojecer el papel azul de reactivo. El desarrollo en este caso se hacia con:

Protosulfato de hierro.....	1 onza.
Acido acético.....	1½ "
Agua.....	20 "

Los ecuatoriales.

La posicion de los ecuatoriales fué determinada con toda la exactitud posible, a pesar de que estos instru-

Digitized by Google

mentos no exijen la misma que los demas. Se les sometió a ensayos constantes para verificar si todos los movimientos lentos eran correctos; si el movimiento de relojería era bueno i bien arreglado para seguir el movimiento del Sol, i si el objetivo i los oculares se encontraban en buen estado.

Se comprobó que los asientos i demas accesorios estaban bien dispuestos, con el objeto de que el cuerpo i el ojo del observador se encontrasen en una cómoda posicion, sobretodo durante el paso de Venus.

El anteojo ecuatorial aislado de que hizo uso el señor Rock, solo exijió observaciones preliminares para familiarizar al observador con su manejo durante el paso, i con la anotacion del tiempo. El señor Rock no olvidó que era necesario estudiar la manera de guardar una posicion cómodá.

El señor Boss usó en su ecuatorial el micrómetro de doble imájen en la forma propuesta por el célebre astrónomo de la Gran Bretaña, Sir George B. Airy. Se componia de una lente dividida, de la cual una de sus mitades era movible por medio de un fino tornillo micrométrico. Las dos imájenes se obtenian en el foco del telescopio. Como este instrumento requiere mucho cuidado i estudio, con el objeto de determinar sus constantes i el valor de una vuelta del tornillo, el señor Boss ejecutó cuidadosamente esas operaciones ántes i despues del tránsito.

Las medidas micrométricas obtenidas con este instrumento fueron mui felices.

"Ejecuté, nos escribió el señor Boss, diez mensuras de la distancia de Venus al borde del Sol despues del segundo contacto, i catorce justamente ántes del tercero. En los intervalos que me dejaron los trabajos fotográficos pude obtener diezisiete mensuras del diámetro de Venus a partir del cero del micrómetro, i a partir del diámetro de Venus a sí mismo."

Digitized by Google

Las observaciones de los contactos fueron completamente satisfactorias. El éxito se debió en gran parte a los continuados ejercicios de los astrónomos americanos, ejercicios que especialmente se refirieron al primero i último contacto. Con este objeto se arregló un tránsito artificial colocado en la techumbre de la Fábrica de cartuchos, i el cual era observado a 665 piés de distancia con un anteojo del mismo poder que el que debia usarse para el paso. En este ensayo, Venus se mostraba con la misma dimension que debia verse el planeta, moviéndose con la misma velocidad aparente.

No se descuidó estudio alguno que pudiera conducir a la determinacion del primer contacto, i, si hemos de juzgar por los resultados obtenidos, esos estudios fueron mui exactos. Así, haciendo uso el señor Boss del telescopio de 5 pulgadas con un aumento de 200 diámetros, i el señor Rock del telescopio de 3 pulgadas, las diferencias obtenidas para el primer contacto fueron solo de 14 segundos, en el segundo contacto de 6 segundos, en el tercero de 3 segundos i en el cuarto solamente de un segundo.

Como en el caso de la Comision belga, consignamos en seguida las horas correspondientes a los contactos publicados por la Comision de Estados Unidos de Norte América en la prensa de Santiago.

HORAS DE LOS CONTACTOS ESPRESADAS EN TIEMPO MEDIO DE SANTIAGO, OBTENIDAS POR LA COMISION DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA ÁNTES DE HABER SIDO SOMETIDAS A UNA COMPROBACION.

Primer contacto, esterior	9^h 14^m 21^s A. M.
Segundo contacto, interior	9. 34. 41. A. M.
Tercer contacto, interior	3. 8. 36. P. M.
Cuarto contacto, esterior	3. 28. 46. P. M.

Digitized by Google

A propósito de los ecuatoriales, no queremos omitir el consignar una curiosa observacion del señor Boss practicada con esos instrumentos, que muestra el carácter perspicaz i observador de este astrónomo.

Durante los últimos meses de 1882 el volcan San José mostró alarmantes señales de actividad. Durante largo tiempo se pudo ver elevarse en la atmósfera un enorme penacho de humo que al llegar a cierta altura se esparcia horizontalmente presentando el aspecto de las nubes que tan comunmente rozan las crestas de nuestra bella cordillera.

El aspecto de ese fenómeno cambiaba de noche: de tiempo en tiempo iluminábase el vértice del cerro de San José reflejándose su luz en la atmósfera.

Ahora bien, el señor Boss nos hizo notar que, si se visaba (1) una estrella haciéndola coincidir exactamente con alguno de los cruzamientos del retículo del ecuatorial, arreglado el anteojo de manera que su movimiento fuera perfectamente correcto, esa coincidencia desaparecia durante un instante solamente i en el momento en que un observador colocado fuera de la cabaña del ecuatorial veia producirse la iluminacion del San José.

"Luego, nos decia el señor Boss, es evidente que cada una de esas esplosiones volcánicas hace vibrar el suelo produciendo un verdadero temblor, aunque insignificante para los que nos encontramos tan alejados de ese volcan."

La lonjitud i la latitud del observatorio de la Comision Americana.

La lonjitud fué determinada eléctricamente con respecto al Observatorio Nacional. Con este objeto unióse la Fábrica de municiones con el Observatorio por medio de una línea telegráfica. Los tránsitos en los dos puntos fue-

(1) La palabra *visada* creemos que no existe en castellano en la acepcion en que la hemos usado; no obstante, ella traduce mas gráficamente la espresion francesa *visé*, que la palabra *visual* cuya traduccion *visuel* no se emplea en frances indistintamente.

Digitized by Google

ron inscritos en un mismo cronógrafo, colocado en la cabaña meridiana de la Comision americana.

El señor Boss procediendo así, fijó su observatorio con la exactitud deseable, i encontróse, por consiguiente, en posesion de dos datos primordiales para llegar a determinar la paralaje en la discusion jeneral de las observaciones: el punto matemático sobre la superficie de la Tierra i el conocimiento de la hora exacta.

Este trabajo ejecutado por los señores Boss i Rock condujo a los siguientes resultados que, como nos previno el señor Boss, no deben considerarse como definitivos:

FÁBRICA DE MUNICIONES.

5s. 8 Este del Observatorio Nacional.

La LONJITUD del Observatorio americano era por lo tanto:

$4^h\ 42^m\ 36^s.\ 6$ W.

La LATITUD, próximamente:—33° 28′ 4.

Inmediatamente despues de las felices observaciones realizadas por la Comision americana, el señor Boss, conforme a sus instrucciones, redactó un informe preliminar sobre todas las observaciones practicadas, que fué remitido a Washington por duplicado por vías diferentes.

Digitized by Google

La paralaje solar segun las observaciones de las Comisiones de los Estados Unidos de Norte-América.

El señor D. P. Todd, de la Oficina del *Nautical Almanach* de Washington, ha discutido ya los resultados de las fotografías del paso de Venus, obtenidas en las ocho estaciones de observacion.

Como hemos podido verlo, las fotografías americanas permiten llegar al resultado de dos maneras completamente independientes: por la mensura de la distancia de los centros de los dos astros, i por la del ángulo de posicion del planeta.

Los resultados aun no son definitivos, a causa de incertidumbres en la posicion de algunas de las estaciones. No obstante, los dos valores de la paralaje, así como los errores probables, son los siguiente:

Obtenida de la distancia de los centros... 8,"888±0,"042
Obtenida de los ángulos de posicion..... 8,"873±0,"060

El valor medio, calculado atribuyendo a cada determinacion su justo valor, seria en fin

8,"883±0,"034;

que corresponde a una distancia media de los centros del Sol i de la Tierra igual a

148 103 000 kilómetros.

Al consignar los números ya deducidos para la paralaje por medio de la fotografía, auque no con un carácter definitivo, no podemos ménos de hacer notar la concordancia que hai entre esos números i los que se deducen por métodos físicos.

Digitized by Google

En efecto, la velocidad de la luz que, segun las determinaciones de los astrónomos, sería de 70000 leguas por segundo o de 308 000000 de metros, ha sido encontrada igual a 298 000 000 de metros por el físico Foucault.

La discusion de los esperimentos ejecutados por éste físico ha mostrado al señor Bertrand, uno de los ilustres secretarios de la Academia de Ciencias de Paris, que el error posible no puede alcanzar a 500000 metros.

Combinando la nueva cifra con la razon $\frac{1}{10000}$ entre la velocidad media de la Tierra al rededor del Sol i la velocidad de la luz, razon que ha sido estimada con una gran precision por el señor Struve, se encuentra que la Tierra recorre por segundo 29800 metros. Este último número permite calcular la lonjitud de la órbita anual de la Tierra i, por consiguiente, el diámetro de esta órbita.

El sencillo cálculo que acabamos de indicar muestra con claridad que el número jeneralmente adoptado para representar la distancia media del Sol a la Tierra, debe disminuirse en $\frac{1}{30}$, o, lo que es lo mismo, que la paralaje del Sol que se creia igual a 8."57, debe elevarse a 8."86.

Horas ántes de partir de nuestro suelo la Comision americana, el señor Boss esplicaba en pocas palabras valiéndose de la prensa los resultados de su mision.—Nos es grato terminar este capítulo con esa esposicion i con otros documentos relacionados con los trabajos efectuados en Chile por la Comision de los Estados Unidos de Norte-América.

Hé aquí esos documentos:

"1º *de enero* 1883.

"Señores Editores de El Ferrocarril:—El dia del paso de Venus, uno de los colaboradores de Uds. solicitó cortesmente de mí que diera algunos detalles de las observaciones de la Comision de los Estados-Unidos para las

Digitized by Google

columnas de El Ferrocarril. Pero en vista de la mui completa relacion que apareció en El Ferrocarril al dia siguiente del tránsito, i por haber trascurrido ya tanto tiempo desde que se hicieron las observaciones, no haré al presente una relacion mui estensa.

"Sin embargo, tenemos el placer de asegurar a Uds. que el éxito de nuestras observaciones sobrepujó nuestras halagüeñas esperanzas; i se me perdonará que añada que si se hubiesen obtenido resultados igualmente buenos en los otros paises en que se han establecido comisiones con el mismo objeto, podríamos estar seguros de que los que se ocupan de calcular la distancia del Sol a la Tierra, i de los demas estudios astronómicos que dependen de esta distancia, tendrian en sus manos excelente i abundante material. Ayer se recibió la grata noticia de que las comisiones inglesa, alemana i brasilera en Punta Arenas, habian obtenido buen éxito. Al presente sabemos que el éxito de las observaciones francesas, belgas i chilenas de esta vecindad, ha sido completo. Creo, por consiguiente, que tengo razon para estar convencido de que solo en Chile se han hecho observaciones que bastan para satisfacer al mundo científico, en todo lo que concierne al hemisferio sur, aun cuando haya habido un mal éxito completo en todos los otros puntos de observacion, al sur del Ecuador.

"El dia estuvo aquí como pudo haberse deseado. El cielo estaba no solo límpido, sino que la atmósfera tenia una hermosa i tersa transparencia. En la tarde hubo talvez demasiado viento, pero ni aun esto perturbó la precision de las observaciones hechas al terminar el paso.

"Las observaciones de los contactos hechas por el señor Rock i por mí, son casi idénticas aunque fueron ejecutadas con diferentes telescopios i cronómetros, i enteramente independientes uno de otro. Es mui sabido que el planeta aparece atravesando el Sol como una pequeña i negra mancha redonda proyectada en su disco. El planeta Venus está en este tiempo entre nosotros i el Sol; i como todos los planetasbrillan solo con luz reflejada, el dia del paso estaba vuelto hácia la tierra el lado no alumbrado de Venus. El planeta, por consiguiente, no pudo ser visto hasta que hubo entrado un poco sobre el disco del Sol, diseñando así una

Digitized by Google

pequeña escotadura en el borde del Sol. La marcha relativa del planeta es mui pequeña en tales casos. Fácilmente podemos imajinar cuán lenta es, si se recuerda que se necesitan veintiun minutos, para que sea visible su disco entero, desde que el planeta empieza a verse siempre algunos segundos despues de tocarse realmente los bordes del Sol i de Venus. Por consiguiente, en toda observacion del primer contacto importa saber cuánto tiempo ha trascurrido desde que los bordes se han tocado realmente, ántes que el planeta fuese visto por el observador. La Comision norte-americana consiguió ésto valiéndose de un aparato o modelo colocado sobre el techo de la Fábrica de cartuchos, el cual simulaba el tránsito de Venus. Por medio de repetidos esperimentos, usando un telescopio del mismo poder de aumento que el usado por nosotros en el paso, el señor Rock i yo pudimos determinar con mucha exactitud, cuánto tiempo hacia, ántes que ninguno de nosotros lo viéramos que el planeta habiatocado al Sol. Pudimos saber, por tanto, qué correcciones debíamos hacer a nuestras observaciones del primero i del último contacto el dia del paso. Con qué precision hayamos observado estos contactos no se puede saber hasta que se haya completado el cálculo de todas las observaciones de este tránsito. Actualmente no podemos decir lo que sea exacto o inexacto; con todo, de la gran concordancia de las observaciones, podemos inferir que deben ser mui correctas. Por ejemplo, en el primer contacto diferimos solo por catorce segundos, tiempo en que Venus aparecia moviéndose apénas perceptiblemente. En el segundo contacto, nuestra diferencia fué solo de seis segundos; en el tecero de 3; i en el cuarto, solo de un segundo. Espero se me escusará el que llame la atencion al hecho de haber estado observando el planeta como quince o veinte segundos, ántes que los demas observadores de esta vecindad, porque quiero hacer ver que estas observaciones se hicieron con todas las precauciones posibles, i con el mas satisfactorio resultado, al ménos así lo creo. Cual sea el valor absoluto de estas observaciones, lo dirán los sabios cuando se reunan i examinen todos los resultados.

"El éxito que obtuve en mis observaciones micrométricas fué mayor que el que pude haber esperado, atendiendo a que

Digitized by Google

disponia solo de cuarenta a cincuenta minutos para esa operacion, durante todo el paso. He examinado cuidadosamente esas observaciones, i aunque no tengo medios de comprobar su exactitud, las considero, con entera confianza, jeneralmente completas i correctas.

"Para mayor seguridad de éxito se emplearon las fotografías, i tengo la satisfaccion de asegurar a sus lectores que creo que las que se han obtenido son bastante satisfactorias. Docientas cuatro placas negativas fueron espuestas durante el tránsito, i escepto unas cuántas que fueron lijeramente deterioradas por el viento, todas son mui exactas. Es cierto que ninguna fotografía puede reproducir el aspecto del tránsito con toda la claridad obtenida con un buen telescopio. Pero si una fotografía no presenta toda la exactitud de una série completa de observaciones hechas con el telescopio, se debe recordar que tenemos 204 —que es como si 204 observadores hubiesen tomado sus medidas con el auxilio de un telescopio. Luego, cada una de estas fotografías puede ser estudiada i medida con detencion, i las medidas calculadas sobre ellas pueden ser repetidas a voluntad en cualquier tiempo. Una ventaja de las fotografías es que están libres de preocupaciones. Dicen la verdad desnuda i natural, sin atender a teorías ni a ideas preconcebidas.

"La Comision americana ha enviado al Gobierno de Washington un largo i detallado informe preliminar de los resultados obtenidos. Este informe ha sido hecho en duplicado, con copias duplicadas de todas las observaciones, para precaverse en caso de pérdida. Las fotografías están divididas en dos porciones iguales, i cada una con su correspondiente cuenta i copia de las observaciones, será enviada a Washington por distintos vapores.

"I ahora, como yo i mis compañeros estamos a punto de despedirnos para volver a nuestro pais; así como el convidado que se retira da las buenas noches a su huésped, así deseo espresar mis mas ardientes i sinceras gracias al Gobierno i al pueblo de Chile, por su amable hospitalidad, que ha hecho tan fáciles mis tareas i tan plácida mi residencia aquí. Este es un sentimiento que todos mis compañeros abrigaban como yo. Venimos aquí como trabajadores, con una pesada i difícil comision, con toda la

Digitized by Google

desconfianza en nosotros mismos, que en tales casos es natural en estranjeros poco conocidos que visitan una tierra lejana. Desde el momento que hemos llegado a vuestros umbrales hasta el momento de nuestra partida, se nos ha atendido en todas ocasiones con toda la simpatía que hubiéramos podido desear. Aun vuestro honorable Presidente, en medio de los cuidados i responsabilidad de su elevado puesto, ha tenido tiempo para tendernos la mano, dándonos la bienvenida i una palabra de aliento. Los miembros de su Gabinete se han mostrado siempre solícitos por nuestra comodidad i buen éxito. El señor jeneral Maturana nos ha hecho constantemente el objeto especial de sus atenciones i cuidados, con una solicitud política i delicadeza que no podrian ser sobrepasadas. Me seria imposible citar aquí los nombres de todos los que han empeñado nuestra gratitud. Solo puedo decir que recordaré estos dias miéntras viva; i que, aunque separado de mi pais i de mi hogar, los recordaré aun como uno de los mas gratos de mi vida."

LEWIS BOSS,
Jefe de la Comision.

Entre el presidente de la Comision norte-americana del tránsito de Venus i el señor jeneral Maturana, se cambiaron posteriormente las siguientes comunicaciones:

(Traduccion).—"Estados Unidos, Observatorio Naval. —Washington, D. C., Diciembre 19 de 1882.—Señor jeneral Maturana, jefe de la Artillería, Santiago de Chile.— Querido señor: He recibido una carta del profesor Lewis Boss, jefe de la Comision científica de los Estados Unidos para observar el tránsito de Venus en Santiago. El profesor se espresa en los mas calorosos términos sobre las muchas i bondadosas atenciones que le hicísteis, por lo cual os doi mis mas sinceras gracias en nombre de la Comision científica del tránsito de Venus.

"Tengo el honor, de suscribirme, señor, vuestro atento servidor."

M. ROWAN,
Vice-almirante, Presidente de la Comision, etc.

Digitized by Google

"Santiago de Chile, febrero 5 de 1883.—Señor Vice-almirante: Mr Rowan, Presidente de la comision astronómica del tránsito de Venus.—Mi distinguido señor: He recibido con sumo placer la atenta cuanto satisfactoria nota que Ud. se ha servido dirijirme con fecha 19 de diciembre del año próximo pasado, a propósito de pequeños servicios prestados por mí al distinguido i amable señor profesor Lewis Boss, para hacerle fácil, en cuanto de mí dependiera, la importantísima comision que lo condujo a este pais para observar el tránsito de Venus.

"La verdad es, señor, que si así como no me ha sido dado ayudarlo sino en mui reducida esfera, me hubiera sido posible ensancharla, hallándose en mis facultades, con una cooperacion mas significativa, debia Ud. contar con que en ningun caso le hubiera faltado, bastando para ello lo que todo el mundo sabe: que no hacia mas que interpretar los sentimientos de mi pais, coadyuvando a los trabajos de inmensa importancia para la ciencia que al señor profesor Boss se le encargaron.

"Me es grato en esta ocasion ofrecer a Ud. desde ahora i para en adelante, junto con mis simpatías, la amistad de este su atento S. S."

M. Maturana,

Jeneral del ejército de la República de Chile, Oficial de la Lejion de Honor de la República francesa.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LIT. P. CADOT I CA.

SR. J. I. VERGARA

Digitized by Google

Digitized by Google

VII

EL OBSERVATORIO NACIONAL.

No es nuestra intencion hacer en este capítulo un bosquejo histórico de las observaciones que se practicaron durante el tránsito de Venus en 1882 en el único plantel de investigaciones científicas que posee Chile. La palabra autorizada del Jefe del Observatorio Nacional impondrá a su debido tiempo al pais i a los centros científicos de los trabajos que allí se llevaron a cabo.

Pero, sí nos aprovecharemos de esta ocasion para dar una mirada hácia el oríjen de nuestro Observatorio astronómico, i concluiremos en seguida con una compilacion de algunos de los documentos publicados por el señor José Ignacio Vergara i por la prensa de la capital, relativos a los trabajos efectuados en ese establecimiento.

ORÍJEN DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO.

Hace 36 años, en 1847, el teniente J. M. Gilliss de la armada de los Estados Unidos de Norte América, marino instruido i que se habia conquistado un puesto honroso entre los astrónomos de la Gran República, recibia una carta del doctor C. L. Gerling, célebre matemático de la

Digitized by Google

Universidad de Marburgo, en la cual ese sabio hacia un exámen de las operaciones practicadas hasta esa época con el objeto de determinar la paralaje del Sol. Gerling demostraba en su comunicacion cuan errados estaban los astrónomos considerando como exacta la paralaje deducida de las observaciones verificadas durante los tránsitos de Venus en 1761 i 1769; i concluia preconizando el que se determinase la paralaje solar observando a Venus durante el período de su movimiento de retrogradacion, i mui especialmente cuando el planeta queda estacionario. "El bien delineado i exacto creciente de Venus en las conjunciones, escribia Gerling, ofrece una excelente oportunidad para la observacion; con instrumentos meridianos i en observatorios colocados en hemisferios opuestos i casi en un mismo meridiano, se podrian obtener mui buenos resultados." (1)

Esa carta del doctor Gerling, que hemos procurado resumir en unas pocas líneas, no fué infecunda. El entusiasta teniente Gilliss la dió a la prensa, i la idea de Gerling fué abriéndose camino en las corporaciones científicas de Estados Unidos.

El fenómeno anunciado debia verificarse en setiembre del año 1847; mas, como su repeticion debia tener lugar en el año 1849, Gillis indicó que se llevase a efecto una espedicion austral durante ese año con el mencionado objeto, i propuso a Chiloé por encontrarse casi en el mismo meridiano que Washington, en donde él por encargo del gobierno de Estados Unidos habia planteado el célebre observatorio naval de ese nombre.

El pensamiento de Gillis tuvo una sancion favorable. En efecto, el 3 de agosto de 1848, el Congreso de los Estados Unidos votaba los fondos necesarios para el equipo i envío de una espedicion científica a Chile con el objeto de determinar la paralaje solar.

Diez meses despues, en junio de 1849, se destinaba desde Baltimore con direccion a Valparaiso el buque *Luis Felipe* con el observatorio i los instrumentos necesarios.

El teniente Gilliss i sus colaboradores se embarcaron en

(1) The U. S. Naval astronomical expedition to the southern hemisphere, during the years 1849-50-51-52. Washington, 1856.

Digitized by Google

Nueva York en el vapor *Empire City* el 16 de agosto con direccion a Panamá.

El 25 de octubre próximo llegaba a Valparaiso, i un dia despues se encontraba en nuestra capital.

Los mandatarios chilenos, que siempre han tenido a honra prestar un solícito apoyo a todo aquello que se refiera o que pueda influir en el adelanto intelectual de la República, recibieron al astrónomo americano con todo jénero de atenciones dándole una hospitalidad la mas jenerosa.

No pasó mucho tiempo sin que la poblacion de Santiago viera elevarse en la cima del lejendario cerro de Santa Lucia las cúpulas del observatorio que con toda dilijencia construyó la Comision americana.

La historia del observatorio establecido en el Santa Lucia, el detalle de las observaciones practicadas por la Comision americana i los resultados obtenidos durante una estadía en Chile de cerca de tres años, corren impresos en voluminosos tomos escritos por el laborioso Gilliss.

El ilustre profesor Domeyko, Delegadoun iversitario en aquella época i que ha sido en Chile el apóstol de la ciencia, tuvo entónces la feliz inspiracion de aprovechar la permanencia de Gilliss en nuestra patria para que algunos de nuestros distinguidos estudiantes del Instituto Nacional se instruyesen en los misterios de la astronomía al lado de los astrónomos americanos.

La espectable posicion del señor Domeyko, sus relaciones con el señor Gilliss i el apoyo decidido que le prestara el Gobierno del ilustre jeneral Búlnes, se aunaron para que ese primer paso fuese llevado a cabo. Efectivamente, con fecha 15 de mayo de 1850 el señor Antonio Varas, Ministro de Instruccion Pública en aquella sazon, nombraba a los señores Ignacio Valdivia, Francisco Fierro i Gabriel Izquierdo para que colaborasen en los trabajos de la Comision americana.

No fué esto todo; como se acercase la época del regreso de Gilliss a Estados Unidos, el señor Domeyko lleno de anhelo porque los primeros pasos fueran seguidos de otros mas fructíferos, interpuso su influjo i obtuvo del Gobierno

Digitized by Google

que se solicitase la adquisicion para el pais del Observatorio i de los instrumentos del teniente Gilliss.

El gobierno de Estados Unidos, como puede verse por la carta que orijinal trascribimos en seguida, felicitándose de antemano de que tal resolucion pudiera llevarse a cabo, habia autorizado al astrónomo americano para que hiciese la enajenacion de dicho plantel. Hé aquí el documento citado:

ESPEDICION ASTRONÓMICA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA.

"*Santiago de Chile*, 10 *de junio de* 1852.

"Señor:

"Tengo el honor de acusarle recibo a su carta de fecha 17 del corriente en la cual me informa Ud. que el Gobierno de Chile aconsejado por Ud. de cuán importante será establecer un Observatorio Nacional, ha espresado sus deseos de llevar a cabo esa idea; i con ese objeto querria comprar los instrumentos pertenecientes a la Espedicion Naval de los Estados de Norte América, cuando terminen sus trabajos, i dado caso que se encuentre autorizada para hacerlo. Me pide Ud. tambien una lista de los instrumentos i su costo para presentarlos al señor Ministro de Instruccion Pública.

"Esta determinacion de parte del Gobierno chileno será mirada por los hombres de ciencia del hemisferio norte con el mayor interes. Es otra prueba de que Chile manifiesta continuar siendo lo que siempre ha sido, la nacion mas protectora de las ciencias i artes entre las Repúblicas Sud-americanas.

"Habiendo sido autorizado por el honorable secretario de la Marina de los Estados Unidos para disponer del equipo de la espedicion cuando terminasen nuestras labores, adjunto a Ud. una lista de los instrumentos i de sus precios, como Ud. me pide, advirtiéndole que los precios especificados son los que se pagaron a los constructores, sin

Digitized by Google

contar los desembolsos que ha ocasionado el trasporte. Siendo menor actualmente el valor del Observatorio que cuando fué erijido, a causa de los consiguientes deterioros que el tiempo ocasiona, prodria ser tasado por dos peritos si a Ud. le parece.

"Casi no es necesario advertir a Ud., que se pondrá todo jénero de facilidades para dar al Director del Observatorio Nacional que nombre el Gobierno, las indicaciones prácticas sobre los instrumentos durante el tiempo que aun permanezcamos aquí, es decir, hasta el próximo setiembre. Las resoluciones del Gobierno de Chile serán comunicadas al honorable Secretario de la Marina por el vapor del 15 del corriente; i me he apresurado a escribir a los diversos Observatorios pidiendo los libros i memorias que en tales ocasiones corresponden al nuevo establecimiento que se instala.

"Pidiendo a Ud. acepte mis felicitaciones por el éxito alcanzado en esta negociacion que honra a Ud. como hombre de ciencia, me despido mui respetuosamente su obsecuente servidor.

J. M. Gilliss."

Señor profesor Domeyko, Delegado Universitario.

Mui poco despues de que el señor Domeyko comunicase la carta anterior al Supremo Gobierno (1), con fecha 17 de agosto del mismo año, el Ministro de Instruccion Pública don Silvestre Ochagavía dictaba dos decretos mandando pagar por el uno 7,823 pesos como costo de los instrumentos, libros i edificios del Observatorio Astronómico de la Comision americana, i nombrando por el otro Director del nuevo plantel nacional a don Cárlos J. Moesta (2).

El Director del Observatorio Nacional, que tomó posesion de su empleo el 15 de setiembre, hácia la época en

(1) La carta que hemos trascrito es una traduccion del mismo documento que pudimos leer en el archivo del Rectorado de la Universidad.

(2) Costo de los instrumentos astronómicos de la espedicion de los Estados

Digitized by Google

que la Comision americana regresaba a los Estados Unidos, era un hombre notable bajo todos aspectos i cuyos trabajos ulteriores dieron nombradía al hombre de ciencia i lustre a nuestro plantel nacional.

El señor Moesta, graduado en la Universidad de Marburgo, i que se hizo notar en Chile ántes de ser nombrado Director del Observatorio Astronómico en su puesto de astrónomo, adjunto a la Comision científica del señor Pissis, llenó los años corridos desde esa fecha hasta 1865 en que regresó a Europa con trabajos notabilísimos realizados en el Observatorio, i difundiendo desde su cátedra del Instituto Nacional los primeros rudimentos que en Chile se hayan dado sobre astronomía i sobre cálculo infinitesimal.

Pero entre esos trabajos es digno de mencionarse, porque de hecho confirmó la reputacion científica del señor Moesta, la "*Observacion de un notable fenómeno, que presenta el cerro de Santa Lucía*" que corre impreso en los Anales de Universidad del año 1853, i en el cual el perspicaz astrónomo consigna la causa del movimiento anormal a que estaban sujetos los instrumentos del Observatorio del Santa Lucía. "He dicho que en la parte occidental del cerro las columnas de pórfido que constituyen dicho cerro se hallan espuestas a la influencia inmediata del Sol, escribia el señor Moesta, miéntras que en las demas partes están cubiertas con una capa mas o ménos gruesa de vejetacion, tierra i cascajo, la cual abriga dichas columnas del calor del Sol. Ademas de esto tienen las columnas la direccion Nor-Oeste, con una fuerte inclinacion al Oeste; de manera que estando espuestas desde las doce hasta la tarde a los rayos del Sol que caen casi perpendicularmente sobre sus cabezas, han de sufrir precisamente una dilatacion mucho mas fuerte que el cuerpo del cerro colocado al Este i al Norte, sumerjido durante este tiempo en la sombra.

Unidos de Norte-América:

Círculo meridiano	$ 2,450
Gran ecuatorial	2,100
Pequeño ecuatorial	800
Péndulo sideral	350
Cronómetro sideral	325
Dos cronómetros de tiempo medio	630
Los dos observatorios	$ 6,655

Digitized by Google

"Asi es que debemos admirar esta grandiosa fuerza del Sol, que hace subir i bajar *periódicamente* esa enorme masa de roca tan firme i dura, de un modo análogo a aquella otra fuerza que hace subir i bajar *periódicamente* la columna de mercurio en el barómetro.

"Se concebirá ahora fácilmente que en los alrededores de Santiago no hai talvez otro lugar ménos apropósito para un Observatorio que el cerro de Santa Lucía, siendo de la mayor importancia establecerlo en un punto donde las influencais atmosféricas tengan el menor efecto posible en la posicion de los instrumentos."

Recorriendo en nuestros Anales de la Universidad las publicaciones que ha dado a luz el señor Moesta se ve que abrigaba la esperanza i hacia cuanto era posible por que se fundase un buen Observatorio en un local adecuado i provisto de los instrumentos necesarios. Así lo exijia ya la reputacion adquirida por ese naciente plantel. (1)

Comprobaba esas miras un nuevo i laborioso estudio publicado por el señor Moesta en 1855 sobre las "Investigaciones referentes a un nuevo fenómeno que proviene del calor del Sol durante su movimiento diurno aparente," i en el cual demostró que ese fenómeno consistia en una "*oscilacion* o *movimiento lateral diurno* del Cerro de Santa Lucía, verificándose en la direccion del movimiento diurno del Sol;" cuya existencia dedujo de una série de observaciones practicadas durante los años 1853, 1854 i1855, viniendo a relacionar así este fenómeno con el que poco ántes acabamos de mencionar.

La administracion del ilustre Presidente Montt, que tan poderoso impulso supo imprimir a la Instruccion Pública

(1) Ademas de las investigaciones de que venimos ocupándonos, encontramos en los Anales de la Universidad los siguientes trabajos llevados a cabo en el Observatorio Nacional en la misma época:

Con fecha 17 de marzo de 1853, el señor Moesta, da cuenta de haber determinado la diferencia de lonjitud entre Valparaiso i Santiago.

El mismo año publica las observaciones de un nuevo cometa aparecido en el cielo austral, i un informe sobre las observaciones que practicó con ocasion del eclipse de sol que tuvo lugar el 30 de noviembre de 1853.

En 31 de octubre de 1854, da a conocer la latitud del círculo meridiano del Observatorio Nacional.

Digitized by Google

en nuestra jóven república, no desatendió las indicaciones del señor Moesta; resolvió construir un Observatorio que reemplazase al ya vetusto del Santa Lucía i en las mejores condiciones posibles.

El local elejido fué el que todos conocemos i donde hoi se eleva nuestro Observatorio en la Quinta de Agricultura.

En efecto, con fecha 16 de setiembre de 1856 el Ministro don Francisco Javier Ovalle firmaba un decreto supremo promulgando una lei del Congreso Nacional por la cual se autorizaba al Presidente de la República para invertir 8000 pesos en la construccion de un edificio para observatorio astronómico.

Durante los tres años que demoró la construccion del nuevo edificio, se publicaron por el Observatorio Nacional entre otros importantes trabajos, las observaciones sobre el eclipse total de sol que tuvo lugar en 1858, i sobre el 5º cometa del mismo año.

Por fin, ya en 1860 encontramos al señor Moesta en su nuevo Observatorio; los instrumentos del antiguo habian sido trasladados e instalados convenientemente, i nuevos instrumentos, entre ellos un cronógrafo eléctrico habian venido a aumentar su ya valioso material científico.

Fué en aquella época cuando el señor Moesta emprendió uno de sus estudios de mas aliento: sus observaciones del planeta Marte para determinar la paralaje solar, trabajo que fué publicado esmeradamente por decision gubernativa i que mereció los aplausos entusiastas de varios centros científicos europeos.

El señor Moesta que tanto trabajó en investigaciones astronómicas durante su permanencia en Chile, ayudado por abnegados colaboradores, entre los cuales el señor José Ignacio Vergara ocupa un lugar espectable, no desatendió diversos estudios de Física-terrestre, cuya enumeracion alargaria demasiado este cortísimo resúmen. En efecto, el Reglamento del Observatorio Nacional dictado durante el

---

Durante los años 1855 i 1856 determina la lonjitud de Santiago, observa un eclipse de luna i da a conocer la posicion jeográfica de varios puntos de la costa occidental de la América del Sur.

Digitized by Google

el año 1864 indicaba que en nuestro Instituto Astronómico debian practicarse sistemadamente observaciones astronómicas, meteorolójicas i de la declinacion e inclinacion de la aguja magnética (1); i ese Reglamento no vino sino a consagrar lo que hasta entónces se habia hecho.

En 1865 el señor Moesta abandonó a Chile, con el objeto de asistir a un Congreso de astrónomos que debia reunirse en Leipzick en ese mismo año.

El señor Moesta no ha vuelto a nuestra patria i vive hoi entregado a trabajos científicos en Dresde.

Como puede juzgarse por los documentos que a continuacion insertamos el señor Moesta no ha olvidado al pais donde conquistó sus mas preciados triunfos:

Santiago, enero 20 *de* 1882.

"El ministro de la República en Francia me dice en oficio fechado en noviembre 3 del año próximo pasado:

"En nota fecha 21 de octubre último marcada con el número 239 anuncié a ese Departamento de Estado, refiriéndome a la Comision de don Cárlos Moesta en Paris,

---

(1) Las observaciones magnéticas de que habla el Reglamento del Observatorio no se han practicado en ese establecimiento; pero ha habido poderosas razones para ello. Un observatorio magnético no se improvisa fácilmente cuando se desean obtener resultados útiles i fidedignos para la ciencia.

Prescindiendo de los instrumentos no fáciles de adquirir, puesto que, en Europa hai mui pocos artistas que los fabriquen, es dificilísimo encontrar un local con las condiciones requeridas. Basta haber visto o haber leido la descripcion de las instalaciones magnéticas de Kew en Lóndres o de Saint-Maur cerca de Paris, para juzgar de la exactitud de lo que decimos. I, esto esplicará tambien porque solo desde hace mui pocos años se da valor a las observaciones magnéticas que se practican en los paises mas adelantados.

Recordamos haber buscado envano en una mañana del mes de setiembre de 1882, acompañando al señor de Bernardières, un local en la Quinta de Agricultura que fuese apropiado para efectuar algunas medidas magnéticas absolutas. Las cercas de alambre de fierro, las cañerías de gas o de agua, i mil objetos de fierro imposibilitaron esas operaciones. En Europa, en el centro de las ciudades, se consideran inapropiados para instalar aparatos magnéticos, aun los sótanos construidos con sólidas murallas i alejados de masas magnéticas

Miéntras no podamos realizar un plantel de Física terrestre en condiciones convenientes, siempre será útil contar con algunos teodolitos magnéticos que puedan servir a nuestros injenieros i marinos para practicar determinaciones absolutas en un momento dado, con ventajas, para la navegacion, la minería, etc.

Digitized by Google

que pronto remitiría el informe que dicho señor deberia pasarme sobre los trabajos de la Comision internacional reunida por el Gobierno frances para preparar las observaciones del tránsito de Venus por delante del Sol que tendrá lugar en 1882.

"Adjunto tengo ahora el honor de pasar a manos de US. el citado informe que consta de tres grandes pliegos manuscritos i de un pliego de cálculos referentes al fenómeno anunciado. Por la lectura del informe podrá persuadirse US. de la oportunidad i conveniencia del encargo que confié al señor Moesta, cuya participacion en los trabajos de la Comision internacional de astrónomos, al propio tiempo que daba una muestra de que Chile mira con la misma solicitud de los paises mas adelantados, los progresos de la ciencia, llevó un concurso importante al trabajo preparatorio, dando a conocer las condiciones de nuestro pais bajo el punto de vista de las operaciones que se preparan i los elementos de que dispone para concurrir por sí mismo al buen resultado de esas operaciones.

"Llamo mui especialmente la atencion de US. sobre los puntos del informe del señor Moesta en los que trata del concurso de Chile para las observaciones en cuestion. Ciñéndose a mis instrucciones el señor Moesta ha ofrecido a nombre de Chile que el Observatorio de Santiago hará todas las observaciones que habria podido hacer una Comision estranjera mandada a nuestra capital i que el Gobierno chileno acojerá con toda la cortesía i con todo el apoyo debido a las comisiones que se manden a otros puntos de la República. Confío en que nuestro ilustrado Gobierno se sirvirá aprobar mis determinaciones dentro de los límites que acabo de indicar i que me pareció que era lo que cumplia a la dignidad i buen nombre de nuestro pais cuyo concurso solicitó el Gobierno frances de la manera que ántes he informado a ese Ministerio.

"Me tomo la libertad de recomendar mui especialmente las indicaciones que hace el señor Moesta en su informe para llevar a efecto el compromiso contraido. Con este fin estimaré a US. se sirva hacer dar copia del informe i del pliego de cálculos adjuntos a la persona a quien se encomiende el preparar los trabajos para las operaciones venideras, de modo que pueda haber seguridad de que la par-

Digitized by Google

te que tome Chile en las observaciones esté a la altura de los demas paises, i se pueda contar con seguridad en que nada quedará por hacerse en nuestro Observatorio de lo que podria hacer una Comision estranjera.

"Acabo de mandar al Hâvre un cajon con las publicaciones que cita el señor Moesta en su informe, i oportunamente mandaré a US. el conocimiento de embarque, a fin de que tan pronto como llegue el cajon a Chile se sirva US. disponer que sea entregado a la misma persona a la que se pase el informe adjunto.

"Finalmente, ruego tambien a US. se sirva disponer que, sea el Director del Observatorio, sea el Departamento de Estado a que corresponda, mantenga esta Legacion al corriente de todo lo que en la materia que me ocupa, convenga comunicar al gobierno frances para que a su vez lo trasmita a la Comision que seguirá ocupándose de los trabajos para las observaciones aludidas."

"Lo trascribo a US. para su conocimiento acompañándole los documentos referidos, i sírvase US. informar a este Ministerio sobre los puntos a los cuales llama la atencion el ajente de la República en Francia."

Dios guarde a US.

J. M. Balmaceda.

A don José Ignacio Vergara, Director del Observatorio Astronómico.

Paris, octubre 23 *de* 1881.

"Señor Ministro:

"En cumplimiento del encargo que V. S. se sirvió hacerme en nota fecha 10 de agosto próximo pasado de asistir en calidad de delegado de la República de Chile a la Conferencia Internacional de astrónomos, que a invitacion del Gobierno frances debia reunirse en Paris el 5 del presente mes, me trasladé oportunamente de Dresde a Paris, i tengo ahora el honor de presentar a V. S. un resúmen de los resultados a que han conducido los trabajos i deliberaciones de dicha Conferencia.

"Se abrió la primera sesion en el Ministerio de Instruccion Pública a las 9^{h} de la mañana del dia 5 de octubre por el se-

Digitized by Google

ñor Ferry, Ministro de Instruccion Pública del Gobierno frances. En un elocuente discurso espresó el señor Ministro su grande satisfaccion al ver que los gobiernos de los paises mas lejanos habian aceptado favorablemente la invitacion hecha por el Gobierno de Francia, enviando sus representantes a Paris con el fin de concertar los medios mas adecuados para la observacion del paso de Venus en 1882. El señor Ferry dijo que veia en el concurso de los diferentes paises del mundo para resolver un problema fundamental de la astronomía, una confirmacion manifiesta de la opinion de Laplace, de que la ciencia era el medio mas eficaz de ligar entre sí a las naciones; dió la bienvenida a los miembros i leyó en seguida los nombres de los delegados designados por los diferentes paises. Estos últimos son: Chile, Confederacion Arjentina, Brasil, Portugal, España, Italia, Suiza, Holanda, Dinamarca, Noruega, Inglaterra, Alemania, Austria i Francia. Los representantes de la Francia eran los señores: *Monchez*, *Puiseux*, *Bertrand*, *Tisserand*, *Perrotin*, *Wolf*, *d'Abbadie* i *Dumas*. Por aclamacion se elijió al señor Ferry presidente honorario de la Conferencia, i bajo su presidencia se procedió luego a la eleccion de la mesa. Resultaron electos:

Presidente, señor Dumas.
Vice-presidentes, señores Foerster i Weiss.
Secretarios, señores Tisserand i Hirsch.

"El señor Dumas hizo luego una esposicion detallada de los trabajos hechos por los astrónomos franceses con el fin de observar el último paso de Venus por el Sol, acaecido en 1874. Las observaciones recojidas por las Espediciones francesas, habian sido depositadas en el Ministerio de Instruccion Pública, a fin de que pudiesen consultarse por todos los astrónomos; habian sido publicadas por la Academia de Ciencia i discutidas por los astrónomos franceses. Estas discusiones han dado a conocer que las fotografías no dieron resultados satisfactorios. En las demas tocó la dificultad bien conocida de observar exactamente los contactos jeométricos de los discos de Venus i del Sol a causa de que se forma un ligamento *(gouttes noires)* en el momento de acercarse los referidos discos. El objeto principal de la presente Conferencia debia consistir en conocer las esperiencias hechas por los diferentes astrónomos durante el paso de Venus en 1874 i en uniformar lo mas posible los métodos que deberian emplearse en la observacion del mismo fenómeno que tendrá lugar en 1882, a fin de conseguir por el conjunto de las observaciones resultados mas satisfactorios.

Digitized by Google

—Hablaron en seguida los representantes de Inglaterra i Alemania sobre los métodos empleados por dichos paises en la observacion del susodicho fenómeno en 1874.

"No me seria posible, señor Ministro, reproducir aquí todos los detalles de las comunicaciones verbales de los miembros, i debo limitarme a indicar sumariamente los puntos culminantes de las discusiones, tanto mas cuanto que las actas verbales de las sesiones serán impresas i remitidas oportunamente a los miembros de la Conferencia.

"La segunda sesion tuvo lugar el 6 de octubre. Habló primero el señor Puiseux sobre las fotografías del paso de Venus sacadas en 1874 por las espediciones francesas, i las notables discrepancias a que éstas conducian, comparándolas con las observaciones de contactos hechas por medio de anteojos. En seguida se distribuyó entre los miembros un mapa del mundo en que se hallan marcados provisoriamente los puntos que piensan ocupar las espediciones europeas en 1881, así como un pliego en que se especifican dichas espediciones. V. S. verá por estos documentos que de Inglaterra, Francia, Alemania i el Austria proyectan mandar espediciones a la América del Sur, i que de las espediciones francesas, una queda destinada a Santiago de Chile, miéntras que una, alemana, se dirijirá al Estrecho de Magallanes.

"A indicacion de V. S. declaré a la Conferencia que el Gobierno de Chile acojeria del modo mas favorable a toda espedicion que fuera a situarse en el territorio de la República, i le prestaria gustosamente todo el apoyo posible.—Se suscitó luego una discusion sobre el clima de Chile, en particular de Santiago, sosteniendo el señor Bouquet de la Grye que en Santiago reinaba en el mes de diciembre regularmente una bruma o garúa por la mañana, i que por esta razon seria algo aventurado dirijir una espedicion a Santiago. Yo hice ver que semejante opinion era del todo equivocada, que yo mismo habia contado en el Observatorio hasta 21 dias perfectamente claros durante el mes de diciembre. Despues de haber dado algunas noticias jenerales sobre el clima de Chile en diferentes latitudes, dirijí, para mayor aclaracion de la materia, la atencion de la Conferencia a las observaciones meteorolójicas hechas en Chile durante 12 años, cuya publicacion se hallaria sin duda tambien en la biblioteca de la Academia Literaria de Paris.—Al mismo tiempo declaré que el Observatorio de Santiago está provisto de un círculo-meridiano i de un anteojo montado paralácticamente, con un objetivo de mas de 6 pulgadas de diámetro, i que mediante estos instrumentos se harán probablemente en Santiago observaciones meridianas del planeta i del Sol, como asimismo

Digitized by Google

las observaciones de los contactos, pero no observaciones fotográficas ni de distancias.

"El presidente propuso que en vista de las opiniones oidas i de los datos contradictorios, seria necesario proceder desde luego al nombramiento de dos comisiones especiales, de las que la una deberia ocuparse de los métodos de la observacion, miéntras la otra tendria que dedicarse al estudio de las localidades a donde convendria dirijir las espediciones. Tan pronto como estas comisiones hubiesen llegado a tomar resoluciones definitivas, deberian presentarlas en informes separados a la sesion plenaria para ser sometidas a discusion i votacion. Ademas, convidó a los miembros de la Conferencia a visitar de noche el Observatorio de Paris para inspeccionar un aparato construido allí con el objeto de representar artificialmente el fenómeno del paso de Venus por el Sol i para examinar así el fenómeno del *ligamento* que en la observacion de los contactos de Venus con el Sol, hace un papel tan importante, como lo indiqué ya mas arriba.

"Como yo fuí elejido miembro de la 1ª de dichas comisiones no puedo sino informar sobre lo mas notable que presentaban las discusiones de la referida Comision, la que celebró sus sesiones en los dias 7, 8, 10 i 11 de octubre, reuniéndose ademas en los dias 10 i 12 en la Sala de archivos del Instituto de Francia con el fin de inspeccionar los aparatos fotográficos, construidos para las espediciones francesas en 1874.

"El señor Stone, delegado de Inglaterra, presentó en la sesion del 7 de octubre un proyecto impreso de instrucciones propias para ser recomendadas a los observadores, de cuyo proyecto se entregó en la sesion subsiguiente a cada miembro un ejemplar traducido al frances, el cual lleva por título: "Proyet d'instructions pour le passage de Venus en 1882." Este proyecto sirvió de base en las discusiones relativas al modo de observar los contactos. Los detalles de estas discusiones deben estudiarse en las mismas notas verbales. Se puede decir que lo esencial de las susodichas instrucciones fué adoptado i el proyecto modificado por la Comision será impreso i remitido oportunamente a los miembros de la Conferencia.

"En cuanto a las observaciones fotográficas la Comision, en vista de las esperiencias hechas en 1874, no juzgaba conveniente recomendar esta clase de observaciones para el próximo paso en 1882.

"A mas de las observaciones especificadas se han hecho tambien en 1874 observaciones de las distancias entre los centros de Venus i del Sol por medio de unos aparatos llamados *heliómetros*, particularmente por los astrónomos alema-

Digitized by Google

nes i rusos. Parece que las opiniones acerca de esta especie de observaciones no son de ningun modo uniformes i me abstengo de entrar aquí en mas detalles a este respecto por cuanto el Observatorio de Santiago no posee aparatos propios para semejantes observaciones.

"Un interes especial ofrecian las observaciones que de noche se hacian en el Observatorio de Paris con el aparato mencionado arriba, i me parece útil para el Observatorio de Chile referir un incidente que es de una importancia para verificar con acierto las observaciones de los contactos en 1882. Sucedió en la noche del 12 de octubre que estando solo con los señores *Wolf* i *Pechüle*, tuvimos ocasion de comparar con toda calma las impresiones que en cada una producian los contactos."

"Cuando los dos referidos astrónomos declararon una posicion dada del disco negro como contacto mas exacto, yo al contrario ví los dos discos bien separados por una faja luminosa en medio de la cual parecia oscilando una nube negra que en sus estremos aparecia en puntas. Despues de haber ajustado el foco del anteojo con arreglo a mi ojo, la faja luminosa desapareció completamente i distinguí entónces de un modo bastante preciso el contacto, miéntras que *Wolf* i *Pechüle* veian con el foco alterado por mí el fenómeno del modo que yo lo habia visto ántes. De ahí se sigue, que el observador ha de efectuar ante todo el ajuste del foco con el mayor esmero. Comunmente se verifica el ajuste dirijiendo el anteojo a un objeto celeste bien definido. v. gr. a una estrella de mediano brillo; pero sucede que el foco así ajustado difiere sensiblemente del que se obtiene tratando de distinguir claramente los contornos de una mancha del Sol i esto probablemente a causa de la escitacion peculiar de la retina. Se ve así que el fenómeno del ligamento tiene sus causas *ópticas* i *fisiolójicas*. Se procederá por esto del modo mas seguro en el ajuste del foco poniendo primero el ocular de manera que se distingan lo mas claramente posible los hilos del retículo i moviendo en seguida con el tornillo correspondiente, el tubo-ocular hasta que aparezca bien definida una mancha del disco solar. Estas manipulaciones deben repetirse por el observador i marcar en seguida la posicion del tubo i del ocular.

"Las resoluciones tomadas por la susodicha Comision se leyeron en la sesion plenaria de la Conferencia que tuvo lugar el dia 13 de octubre i fueron aprobadas por ésta última. La 2ª Comision presentó tambien su informe, del que resultó que para fijar definitivamente ciertas estaciones seria necesario recojer todavía noticias mas exactas relativas al clima, etc. Lo mas interesante de dicho informe para mí fué que los

Digitized by Google

astrónomos franceses han suprimido a Santiago como punto de estacion a causa de que hai en dicha ciudad un Observatorio chileno permanente i que no seria propio mandar una espedicion a un Observatorio del cual han salido muchos i buenos trabajos i que la proyectada espedicion se establecerá probablemente al Norte de Santiago.

"Por último, se presentó el proyecto de que la Conferencia resolviese sobre la conveniencia de que sus miembros recomendasen a sus respectivos gobiernos el establecimiento de una oficina central a donde deberian remitirse las observaciones del paso de Venus en 1882, para que en ella se sometan a los cálculos correspondientes, a fin de obtener así un valor de la paralaje solar basado sobre el conjunto de las observaciones. Los debates a que dió lugar la discusion de dicha proposicion fueron vivos i largos, adoptándose por fin la resolucion con 4 votos en contra. Conforme, con las instrucciones verbales que US. me dió para la Conferencia, me abstuve de tomar parte en la votacion, fundando debidamente mi modo de proceder.

"El presidente Dumas declaró entónces que las tareas de la Conferencia habian tocado a su término; espresó en particular la satisfaccion de haber visto una reunion de sabios venidos a Paris desde los paises mas remotos i se despidió de cada miembro del modo mas cordial. La Conferencia dió por aclamacion al señor Dumas las gracias por su acertada i simpática presidencia i se disolvió.

"Debo hacer presente aquí que por parte de la Academia de Ciencias se entregó a cada miembro una medella en recuerdo de esta Conferencia i 8 *tomos* en cuarto brillantemente impresos en que se describen los trabajos emprendidos, para observar el paso de Venus en 1874, por las espediciones francesas con todos los detalles relativos a dicho memorable fenómeno. He entregado luego dicha obra juntamente con las demas publicaciones arriba mencionadas a la Legacion de Chile a fin de que US. se sirva remitirla al Observatorio de Santiago, endonde será de mucha utilidad para los chilenos que se dediquen a la observacion del paso de Venus en 1882. Ademas he escrito una carta al señor Tisserand, secretario de la Conferencia pidiéndole se sirva dirijir las publicaciones ulteriores relativas a la Conferencia, en particular las actas verbales, directamente a la Legacion de Chile, para que así lleguen de un modo pronto i seguro a Santiago.

"Hé aquí, señor Ministro, lo mas notable que yo puedo informar sobre las sesiones de la referida Conferencia. V. S. verá por lo espuesto que los gobiernos de los diferentes paises hacen esfuerzos decididos porque el paso de Venus en

Digitized by Google

1882 se observe segun un plan prefijado, a fin de que por el concurso comun de tantas fuerzas se aproveche del mejor modo posible un fenómeno que no volverá a presentarse sino despues de un siglo. Celebro que Chile por su posicion jeográfica i su observatorio astronómico esté en aptitud de tomar una parte eficaz en esta tarea científica sin hacer gastos considerables. Con el círculo-meridiano pueden verificarse observaciones utilísimas del planeta i Sol el 6 de diciembre i con los dos anteojos ecuatoriales del Observatorio pueden observarse tanto la entrada como la salida de Venus en horas del dia en que comunmente reina buen tiempo. Para usar estos anteojos conforme al programa de la Conferencia, solo se necesita proveer sus oculares de unos vidrios que absorvan el calor del Sol i den al campo de la vision un tinte blanco o gris *(verre neutre)*. El vice-director del Observatorio señor *Lœwy* me prometió que él encargaria a un óptico competente la confeccion de tales vidrios tan pronto como se le remitiesen por la Legacion de Chile en Paris las *tapas* de los oculares. El primer ecuatorial tiene oculares de aumento de 500, 300, 200, i 150, i de éstos convendria usar el aumento de 200. En cuanto al segundo ecuatorial puede remitirse un ocular cualquiera o solo su tapa, por ser todos los tubos de un mismo diámetro. El gasto deberá hacerse por la Legacion al tiempo de entregar el trabajo por el óptico con el *visto bueno* del señor Lœwy. De paso observó que el gasto será del todo insignificante.

"Es mas que probable que una espedicion francesa vaya a establecerse en la costa de Chile i el mejor servicio que el Gobierno pueda prestarle, consistiria sin duda en facilitarle la comunicacion telegráfica con el Observatorio de Santiago para determinar por este medio la lonjitud jeográfica del punto que irá a ocupar la espedicion. Los astrónomos saben que la lonjitud de Santiago se ha determinado con un alto grado de exactitud i la trasmision de la hora del Observatorio por vía telegráfica a la estacion francesa, ahorraria a la espedicion muchos trabajos penosos. Por este motivo seria de desear que el Observatorio se uniese desde luego por un alambre con la estacion central de telégrafos en Santiago, dando así al Observatorio el medio de trasmitir su hora a cualquier punto hasta donde se estienda la red telegráfica. Este arreglo, es de suyo tambien, de una utilidad *práctica* para la administracion del pais.

"Es natural que para operaciones delicadas como son las de que aquí se trata se requiere el uso acertado del círculo-meridiano i cierta práctica del observador. Si me fuese permitido yo indicaria entónces la conveniencia de que el señor

Digitized by Google

Vergara volviese lo mas pronto posible al Observatorio para dedicarse al estudio del Círculo-meridiano; principiando por determinar con rigor los intervalos ecuatoriales de los hilos i demas correcciones del aparato i del péndulo. Al mismo tiempo seria necesario instruir a dos jóvenes en el manejo del instrumento i familiarizarlos con las operaciones correspondientes, porque es de absoluta necesidad de que tenga a su lado hombres ejercitados que le ayuden mas tarde en las observaciones del paso de Venus. Como el estudio i exámen minucioso del Círculo-meridiano es ante todo necesario, me permitiré remitir a V. S. en otra comunicacion, unas inclinaciones que V. S. tendrá la complacencia de hacer llegar al Observatorio. Talvez no estará de mas mencionar aquí que un antiguo oficial de la Marina chilena me habló mucho de las aptitudes para estudios astronómicos de un señor *Serrano*, oficial de la Marina, i quisiera aprovechar esta oportunidad para dirijir la atencion de V. S. hácia dicha persona.

"He calculado últimamente las horas de la entrada i salida de Venus en el disco solar (diciembre 6 de 1882) para varios puntos de la costa de Chile desde el Estrecho hasta Lima. Estos datos justamente con otros elementos relativos al paso de Venus en 1882, los he reunido en el pliego adjunto i estimaria mucho si V. S. tuviese a bien enviarlos a Santiago, al mismo tiempo que el informe que precede.

"Aprovecho con gusto esta oportunidad para afrecer a V. S. las seguridades de mi distinguido respeto i me suscribo de V. S. mui atento i seguro servidor."

CÁRLOS MOESTA.

Al señor don Alberto Blest Gana Ministro Plenipotenciario de Chile en Paris.

COMPILACION DE ALGUNOS DOCUMENTOS REFERENTES AL OBSERVATORIO NACIONAL SOBRE LAS OBSERVACIONES DEL PASO DE VENUS POR EL SOL EN 1882.

Dejemos que una pluma de literato trace a grandes rasgos el retrato del actual jefe del Observatorio Nacional, señor José Ignacio Vergara.

Digitized by Google

(1) "VERGARA (José Ignacio), matemático chileno, director del Observatorio astronómico de Santiago i profesor de la Universidad de Chile. Nació en Santiago en 1832. Sumamente ilustrado i dotado de una extraordinaria aficion a las ciencias exactas, Vergara es uno de los matemáticos mas notables de Chile, un sabio en la verdadera acepcion de la palabra. Es autor de numerosos artículos científicos i de una interesante publicacion periódica, titulada "*Anales del Observatorio astronómico de Chile.*" Pero no es solamente en el campo de la ciencia donde Vergara ha ilustrado su nombre. Entusiasta partidario de la instruccion pública, ha sido, durante muchos años, director de la Sociedad de instruccion primaria de Santiago i ha prestatado, al frente de ella, a la causa de la instruccion popular servicios eminentes, ya como organizador de sus escuelas, ya promoviendo de todas maneras los intereses de aquella institucion. Vergara formó parte del Congreso constituyente de 1870, i es actualmente miembro de la Cámara de Diputados."

Paso de Venus por delante del Sol.

(*Artículo* científico-literario publicado por el señor José Ignacio Vergara en la prensa de Santiago).

I

"En pocos dias mas tendremos ocasion de observar desde Santiago uno de los fenómenos celestes que ha llamado mas fuertemente la atencion de los astrónomos desde mediados del siglo pasado, el paso del planeta Venus por delante del disco del Sol.

"Entre los muchos i grandes servicios prestados por Keplero a la Astronomía, que han inmortalizado su nombre i lo han hecho acreedor a la estátua que perpetuará su memoria, tiene el mérito de haber sido el primero que predijera los pasos de Venus i de Mercurio por delante del Sol en 1627, anunciado estos fenómenos para 1631.

(1) Diccionario biográfico americano por José Domingo Cortés, 1875.

Digitized by Google

"El paso de Mercurio fué observado el 15 de noviembre de este año, ocho dias ántes de la muerte de ese jenio ilustre; pero el de Venus, no fué posible verlo por circunstancias desfavorable de la atmósfera en los puntos en que pudo ser observado.

"No fué anunciado en aquella época el paso de este planeta que debia tener lugar ocho años mas tarde, en 1639, sin embargo, dos aficionados a la ciencia astronómica, *Horrockes* i *Crabtree*, observaron por casualidad el fénomeno en Inglaterra el 4 de diciembre de ese año, i dermina-ron sus observaciones, valores bastante aproximados del diámetro aparente del planeta.

"Léjos estaban los astrónomos de atribuir a tales observaciones la importancia que tuvieron mas tarde i que conservan hoi: solo se consideraba que podian servir para el conocimiento mas perfecto de los movimientos de esos planetas, i para otros jéneros de especulaciones relativas a su propia constitucion.

"Mas, en la segunda mitad del siglo XVII, Halley dió la idea de hacer servir las observaciones de los pasos de planetas inferiores por delante del Sol, para determinar la paralaje de este astro i consiguientemente su distancia de la Tierra, i pocos años despues publicó un método que lleva su nombre, destinado al cálculo de esa cantidad.

II

"La idea i el método de cálculo de Halley para la determinacion de la paralaje del Sol por las observaciones de los pasos de aquellos planetas, despertaron, como era natural, vivísimo interes en el mundo científico por la observacion de esos fénomenos, pues se esperaba obtener por ese medio la resolucion completa de aquel problema fundamental de la Astronomía.

Se sabe que la unidad de la medida usada en esta ciencia es aquella distancia, o el semi-eje mayor de la órbita terrestre, de modo que su determinacion exacta es del mas alto interes, no como una simple curiosidad científica que seria bien natural, sino como el medio único de tener con toda la exactitud que se deseara las relaciones mútuas

Digitized by Google

de los astros, sus distancias, sus dimensiones i sus masas.

"Las leyes de Keplero i la de Newton que es su consecuencia, basadas sobre las distancias que separan los cuerpos celestes entre sí, no podrian tener una aplicacion completa sin el conocimiento preciso de sus distancias, dependientes todas de la paralaje del astro del dia.

"Estudiando las condiciones en que se verifican los pasos de Mercurio i de Venus por delante del disco solar, no tardó en reconocerse que debian esperarse resultados mas exactos de los del segundo, atendidas sus dimensiones i su mas ventajosa situacion respecto al Sol i a la Tierra, i en consecuencia, fué este fenómeno el que llamó principalmente la atencion de los hombres de ciencia, que se prepararon desde temprano con la decidida proteccion de los gobiernos de las naciones civilizadas para las observaciones del paso de Venus que debia verificarse el 6 de junio de 1761.

III

"Los valores que hasta entónces se habian obtenido por diversos procedimientos para la paralaje del Sol, eran de tal modo variados, que estaban mui léjos de inspirar alguna confianza i conducian tambien a valores igualmente variados de la distancia de nuestro planeta al centro del sistema de que forma parte.

"Aristarco de Samos que vivió en el siglo tercero ántes de nuestra era, fué el primero de los astrónomos de la antigüedad que, aplicando el cálculo a sus observaciones, determinó las paralajes de la Luna i del Sol. El resultado que encontró para la última, *tres minutos de arco*, que nos colocaria a ménos de dos millones de leguas del Sol, es mas erróneo por la imperfeccion de los instrumentos de que podia disponer para las observaciones, que por el método de que se valió.

"La segunda determinacion de la paralaje solar de que se tiene noticia cierta, fué hecha a mediados del segundo siglo ántes de Jesucristo por el gran astrónomo de Alejandría i autor del *Almajesto*, Claudio Ptolomeo. El valor encontrado por este eminente sabio es de 2' 50", diez se-

Digitized by Google

gundos solamente inferior al resultado de Aristarco.

"Algunos siglos mas tarde, *Albatignius*, Copérnico i Ticho Brahe, hallaron respectivamente, 3', 2' 55" i 2' 54" por valores de aquella cantidad.

"Pero ántes que éstos, en el siglo primero ántes de la era cristiana, Possidonius, de la escuela de Alejandría, que es considerado como un astrónomo mediocre de su época, señaló para la paralaje del Sol el valor de 15".7, que es el que ménos se aleja del verdadero de cuantos se calcularon hasta el siglo XVII.

"A partir de 1650 se determinaron los siguientes valores:

Por	Wendelin	15"0
„	Halley	12 5
„	Newton	12 0
„	Lacaille	10 4
„	Bradley	10 0
„	Flamstead	10 0
„	Cassini	10 0
„	Bianchini	10 0
„	Maraldi	10 0
„	Rœmer	9 8
„	„	9 5
„	Sodillou	9 8
„	Picard	9 5
„	La Hyre	6 0
„	Wargentin	10 7

"Tales son los principales valores obtenidos por diversos procedimientos para la paralaje del Sol, ántes de aplicar a este objeto las observaciones de los pasos de Venus conforme a las ideas de Halley, i de descubrir otros procedimientos con que se ha enriquecido mas tarde la ciencia astronómica, de que haremos mencion mas adelante.

"Por mas inexactos que sean esos resultados, ellos demuestran de una manera evidente los constantes esfuerzos de los astrónomos por llegar al descubrimiento de la verdad, i los perfeccionamientos sucesivos que por esos esfuerzos se alcanzaba en los medios de observacion i en las investigaciones analíticas i jeométricas.

Digitized by Google

IV

"Una nueva era, por decirlo así, se presentó para la astronomía en órden al problema fundamental de que nos ocupamos, i en órden a su progreso futuro, con las nuevas observaciones i los nuevos procedimientos de cálculos indicados por Halley.

"Para aplicar las fórmulas de este ilustre astrónomo, es necesario observar desde dos puntos de la superficie de la Tierra, lo mas lejanos posible en el sentido de los meridianos, el tiempo que el planeta tarda en atravesar el disco del Sol, o en recorrer la cuerda que sobre éste describe, para lo cual basta con apuntar en las dos estaciones los momentos en que se establecen los contactos aparentes de los limbos de los dos astros al principio i al fin del fenómeno.

"Así simplemente presentada la cuestion, estas observaciones son en estremo sencillas, i parece que bastaria con dos observadores, uno en cada uno de los hemisferios terrestres, para la resolucion del problema; pero en la práctica como se sabe i lo indicaremos mas adelante, varias causas las entorpecen de tal modo que la apreciacion de aquellos instantes se hace mui difícil i es por eso necesario multiplicar los observadores i los medios i procedimientos de observacion tanto como sea posible.

"Como puede suceder, por la prolongada duracion del fenómeno, por las variaciones atmosféricas o por otros motivos, que no sea posible observar en todas las estaciones o por todos los observadores los cuatro contactos o siquiera los dos internos, de de l'Isle ideó i desarrolló otro método para el cálculo de la paralaje, que permite aprovechar las observaciones incompletas con tal que se conozca con precision la lonjitud del punto de observacion.

"Para este cálculo puede emplearse todavía un tercer método que se deriva del anterior, conocido con el nombre de "Método de ecuaciones de condicion" i que exije el conocimiento de los mismos datos del que le dió oríjen.

V

"Despues de conocidos los métodos de Halley i de de

Digitized by Google

l'Isle, tres ocasiones se han presentado para aplicarlos: en 1761, en 1769 i en 1874. La cuarta se presentará el 6 de diciembre próximo.

"El paso de Venus por delante del Sol, es un fenómeno verdaderamente raro, que solo se presenta en intervalos alternados de 105 años 6 meses i 121 años 6 meses; pero de tal modo que verificándose una vez en cierta época, se reproducirá ocho años despues. El planeta debe encontrarse en uno de sus *nodos* o mui cerca de este punto para que el fenómeno pueda verificarse, i por efecto de los movimientos relativos de ese astro i de la Tierra, esto tendrá lugar alternándose de dos en dos, en el *nodo ascendente* i en el *nodo descendente* i siempre en la *conjuncion inferior*. Los primeros tendrán lugar en el mes de *diciembre* i los segundos en el de *junio*, a lo ménos durante un considerable número de siglos.

"La accion de los demas planetas sobre Venus, determina un movimiento directo en los nodos i hace que la lonjitud heliocéntrica sea creciente; de manera que los pasos irán lentamente retardándose i se presentará cada vez en una fecha mas avanzada de los meses de diciembre i de junio.

"Segun cálculos hechos por Delambre i por Lalande, referidos al tiempo medio civil de Santiago, los pasos de Venus por delante del Sol, que se verificarán hasta el siglo veintinueve, tendrán lugar en las fechas siguientes:

Digitized by Google

AÑOS.	DIA I HORA DE LA CONJUNCION INFERIOR.								
1882	Diciembre	6 a las	11 h.	33 m.	A. M.	tiempo medio civil de Santiago.	
2004	Junio	7 — —	4 h.	8 m.	A. M.	—	—
2012	—	5 — —	8 h.	35 m.	P. M.	—	—
2117	Diciembre	10 — —	10 h.	15 m.	P. M.	—	—
2125	—	8 — —	10 h.	22 m.	A. M.	—	—
2247	Junio	11 — —	7 h.	38 m.	A. M.	—	—
2255	—	9 — —	0 h.	2 m.	A. M.	—	—
2360	Diciembre	12 — —	9 h.	7 m.	P. M.	—	—
2368	—	10 — —	9 h.	18 m.	A. M.	—	—
2490	Junio	12 — —	11 h.	6 m.	A. M.	—	—
2498	—	10 — —	3 h.	39 m.	A. M.	—	—
2603	Diciembre	15 — —	8 h.	2 m.	P. M.	—	—
2611	—	13 — —	8 h.	19 m.	A. M.	—	—
2733	Junio	15 — —	2 h.	32 m.	P. M.	—	—
2741	—	13 — —	6 h.	52 m.	A. M.	—	—
2046	Diciembre	16 — —	7 h.	1 m.	P. M.	—	—
2854	—	14 — —	7 h.	21 m.	A. M.	—	—

"De los pasos indicados en este cuadro serán visibles en Santiago los de 1882, 2125, 2247, 2368, 2490, 2611, i 2854, i se verán solo en parte los de los años 2004, 2498, 2733 i 2741. Los demas serán completamente invisibles.

VI

"Las observaciones del paso de Venus en 1761 no fueron bastante felices. El era visible en todas sus faces en rejiones del globo bien apartadas de las naciones civilizadas de Europa, i la Francia que tomaba una parte principal en el movimiento científico de la época, se encontraba en guerra con la Inglaterra. Apesar de esto se organizaron i llevaron a efecto costosas i penosísimas espediciones que se situaron en diversos puntos del Asia i de la Oceanía i pudieron hacerse observaciones completas, pero no satisfactorias en diez i siete estaciones diferentes. En Europa, ademas, podian verse las últimas faces del fenó-

Digitized by Google

meno i fué observado desde muchos puntos, juntándose así mas de cien observaciones del hemisferio norte, para comparar, con las que se ejecutaron en pocos puntos del hemisferio sur.

"Por la situacion relativa de los observatorios, los resultados obtenidos por la observacion de los contactos no se prestaron para una aplicacion ventajosa del método de Halley, i los valores que mediante él se encontraron para la paralaje del Sol variaron entre 8" 94 i 10" 6. No fueron satisfactorios los resultados a que se llegó por la aplicacion del método de de l'Isle; pero en uno i otro caso las grandes discrepancias no se debian a los procedimientos de cálculo, sino a la inseguridad de las observaciones.

"Los siguientes son algunos de los valores de la paralaje solar deducidos de la observacion de los contactos en el paso de 1761 con indicacion de los astrónomos que los calcularon.

Hornsby	9"73
Short	8 56
Pingré	10 10
Planman	8 49

"Atendidos los resultados de este primer ensayo, se esperó con mayor interes el paso de 1769, despues del cual el fenómeno no se presentaria hasta 1874, i con la esperiencia adquirida se prepararon mejor los observadores, se procuró distribuir mejor las estaciones i se perfeccionaron, en cuanto fué posible los medios de observacion.

"Esta vez se presentaban particularmente para las observaciones en nuestro hemisferio algunas islas del mar del sur, que dominaba entónces la España i a la cual no se podia penetrar sino en buques españoles o con permiso especial de la Corte de Madrid. El gobierno frances solicitó i le fué negado ese permiso, pero la Inglaterra, sin gastar esta cortesía envió reservadamente al capitan Cook, acompañado de un astrónomo, los que se establecieron i observaron el fenómeno en Taití.

"Solo en dos estaciones se pudo observar en todas sus faces el paso de 1769, a causa de la limitacion de éstas

Digitized by Google

con la negativa del rei de España i del estado desfavorable de la atmósfera para algunas de las que se establecieron.

"A estas circunstancias, aparte de las dificultades de la observacion, debe atribuirse principalmente que los resultados, si bien mucho mas numerosos i conformes entre sí que los que se habian encontrado ántes, no fueron, sin embargo, del todo satisfactorios.

"Hé aquí esos resultados, en la parte que nos son conocidos, con designacion de los astrónomos que los obtuvieron.

Euler	8"82
Hornsby	8 78
Lalande	8 62
Maskelyne	8 72
Lescell	8 63
Pingré	8 88
Planman	8 43
Delambre	8 55
Du Sejour	8 84
Terrer	8 58
Powalky	8 83
Stone	8 91
Hell	8 70

"En el primer cuarto del presente siglo, Enke, astrónomo de Berlin, sometió a una n[illegible] discusion, las observaciones de los pasos de Venus en 761 i 1769, i encontró para la paralaje del Sol el valor de 8"57, con un error probable de 0"46.

"Aunque este error probable es demasiado grande, la paralaje determinada por Enke fué jeneralmente aceptada, hasta que nuevas determinaciones vinieron a demostrar que ese valor era, sin duda, mas pequeño que el verdadero.

"Pocas noticias tenemos hasta ahora sobre los resultados de las observaciones del paso de Venus que se verificó en 1874. Enormes sumas de dinero se invirtieron por la mayor parte de los gobiernos de Europa i Estados Unidos

Digitized by Google

para la preparacion de instrumentos especiales i el envío de comisiones a diversos puntos del globo, numerosas fueron éstas i bien escojidas las estaciones; pero no todas fueron favorecidas por buen tiempo, i los resultados no han correspondido a las esperanzas que en aquellas observaciones se fundaron.

"Los únicos valores que conocemos de la paralaje solar deducidos de las observaciones del 74, son los determinados por los dos astrónomos ingleses Airy i Tupman, a saber:

Airy.....	8"76
Tupman.....	8 85

VII

"Una nueva ocasion de fijar la distancia de la Tierra al Sol por el procedimiento de que nos venimos ocupando, nos ofrecerá en pocos dias mas el vecino planeta, haciendo su camino por delante del astro del dia en su próxima conjuncion inferior que se verificará el 6 de diciembre.

"Ahora como ántes, los astrónomos auxiliados por los gobiernos se han repartido en todas las rejiones del globo, desde las cuales ese fenómeno será mejor observado, llevando consigo un material de observacion abundante i perfeccionado, i el caudal de esperiencia ganado con las observaciones análogas de 1874. Si el estado atmosférico corresponde a los estudios, a los preparativos i a los gastos hechos, debemos esperar que esta vez quedará definitivamente resuelto el problema que mas interesa hoi a la ciencia astronómica.

"Hai, sin embargo, sérias dificultades que vencer para obtener un éxito completo.

"La apreciacion del momento de los contactos, como hemos dicho ántes, no es tan sencilla como parece a primera vista; es, al contrario, tan difícil, que en las observaciones anteriores se ha verificado que en un mismo lugar, bajo las mismas influencias astronómicas i atmosféricas, observadores notables han tenido diferencias de mas de treinta segundos de tiempo.

Digitized by Google

"Varias causas parece que concurren a esto, debidas a la atmósfera, a los instrumentos, al observador mismo i, sobre todo, a un fenómeno óptico que se presenta en el instante de los contactos, i que se designa con los nombres de *gota* o de *ligamento negro*.

"Hé aquí como Dubois describe este fenómeno: "En el momento en que el observador espera, a la entrada, por ejemplo, el instante del contacto interior, el borde del disco de Venus, en lugar de separarse en el acto del borde del Sol i de dejar ver instantáneamente el hilo de luz que ha de seguir al contacto, se alarga como si fuera atraido por el borde del Sol, i un ligamento oscuro i relativamente estrecho parece unir los bordes de los dos astros; despues de un momento, el ligamento oscuro se rompe de un modo brusco i el hilo de luz aparece entre los bordes de Venus i del Sol.

"A la salida, es decir, en el momento del segundo contacto interior, el mismo fenómeno se presenta, pero en sentido inverso, i algunas veces sin que los ligamentos de la entrada i de la salida sean de las mismas dimensiones."

"A causa de este fenómeno, se comprende sin dificultad que es mui difícil apreciar rigurosamente el instante del contacto , i siempre quedará alguna duda en el espíritu del observador i algo de arbitrario en la observacion misma, que ha contribuido, sin duda, a las discordancias entre los resultados que ántes hemos hecho notar.

"Diversas son las causas que se han dado a ese fenómeno, pero, segun las esperiencias hechas por los señores Wolf i André, astrónomos del Observatorio de Paris, parece que debe atribuirse esclusivamente a efectos de óptica.

VIII

"Si bien los astrónomos atribuyen una importancia capital a las observaciones de los pasos de Venus por delante del Sol para la exacta determinacion de la paralaje de este astro, no es ese el único medio que pueda emplearse ni que se haya empleado hasta ahora. Las impresiones fotográficas i las medidas heliométricas aplicadas a este mismo

Digitized by Google

fenómeno, las observaciones meridianas i micrométricas de Marte i de algunos asteroides al tiempo de su oposicion, la ecuacion paraláctica de la Luna, la ecuacion lunar de la Tierra i la velocidad de la luz son otros tantos procedimientos empleados ya en las investigaciones de aquella cantidad.

"Iríamos mui léjos i nos apartaríamos mucho de los límites que nos hemos trazado i del objeto que nos hemos propuesto al escribir este artículo, si entráramos en la esposicion de esos procedimientos i apuntáramos los diversos resultados a que ha conducido cada uno de ellos. Nos limitaremos por eso a insertar los valores finales obtenidos hasta ahora, indicando el método a que se deben, en el cuadro siguiente:

PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS.	PARALAJE.	ERROR PROBABLE.	PESO.
	"		
Paso de Venus en 1769.....	8 86	± 0.040	6
Observaciones micrométricas de Marte en 1862.....	8 842	± 0.040	6
Id. meridianas de Marte en 1862...	8 855	± 0.020	25
Ecuacion paraláctica de la Luna....	8 838	± 0.028	16
Id. lunar de la Tierra.....	8 809	± 0.054	3
Observaciones de Flora.....	8 870		
Id. de Juno.....	8 790		
Velocidad de la luz.....	8 860		
Paso de Venus en 1874.....	8 803		

"El término medio de estos valores, tomando en cuenta sus pesos respectivos, da para el de la paralaje del Sol

8" 8458,

i en número redondo de centésimos de segundo,

8" 85,

que es el que hoi se acepta jeneralmente.

Digitized by Google

"A la vista de esos resultados, que se hallan comprendidos en límites ya bien estrechos, es fácil convencerse de que ellos no se alejarán mucho de la verdad, i de que el valor final i exacto que se busca se hallará comprendido probablemente entre 8"8 i 8"9. Esperamos que las observaciones que ahora se preparan i que luego se habrán ejecutado, decidirán a cual de estos dos límites se aproxima mas ese valor.

IX

"Sacando de las tablas del Sol i de Venus calculadas por Le-Verrier, las posiciones de estos astros i adoptando para la paralaje del primero el valor de 8"85 que acabamos de indicar, hemos calculado para el centro i para los estremos de la República los momentos correspondientes a algunas de las faces del fenómeno, que ponemos en el siguiente cuadro:

LUGARES.	Latitud.	Lonjitud al O. de Paris.	Contactos paralácticos.	Hora media local.
		h. m. s.		h. m. s.
Punta Arenas	—53° 9' 7"	4 52 55	I inter..	9 29 58.6 A. M.
			II inter..	3 7 48.9 P. M.
Santiago....	—33° 26' 42"	4 52 3	I ester..	9 13 6.4 A. M.
			I inter..	9 33 27.7 " "
			II inter..	3 6 22.8 P. M.
			II ester..	3 26 40.6 " "
Cobija.....	—22° 32' 52"	4 50 46	I inter..	9 36 16.2 A. M.
			II ester..	3 6 31.1 P. M.

Santiago, noviembre 28 de 1882.

JOSÉ IGNACIO VERGARA."

Digitized by Google

El Observatorio Nacional en 1882. (1)

"*Santiago, mayo* 18 *de* 1883.

"Señor Ministro:

"Cumpliendo la órden circular de US., de fecha 12 de abril próximo pasado, tengo el honor de dar cuenta a US. del estado actual del establecimiento de mi cargo, de la marcha que ha seguido durante el año último i de los trabajos que en él se han ejecutado en el mismo período.

I

"Desde que volví a tomar la direccion del Observatorio, en noviembre de 1881, despues de una ausencia de mas de seis años, he tenido que luchar con la falta casi absoluta de auxiliares, i esta falta ha debido ejercer su inevitable influencia sobre los trabajos científicos. Durante mi permanencia en Talca, el establecimiento estuvo confiado al celo de dos ayudantes, que no desplegaron mucha actividad ni siquiera en su conservacion material, como US. tuvo ocasion de verlo, i que se retiraron en la época indicada, dejándome la difícil tarea de restaurarlo enteramente solo. Por fortuna pude contar, desde el primer dia, con la decidida i desinteresada cooperacion de don Luis Grosch, que, estimulado solo por su amor a la ciencia, se puso conmigo a la obra, alcanzándose así los resultados que apuntaré mas adelante.

"Los conocimientos especiales, por desgracia bien poco cultivados entre nosotros, que exije el servicio del Observatorio, hacian imposible encontrar en el pais personas preparadas para este servicio; i por eso, con la autorizacion de US., supliqué al doctor Moesta, fundador de este establecimiento i que le conserva particular cariño, que

(1) En esta Memoria se encuentra una sucinta relacion de los trabajos que con ocasion del paso de Venus se llevaron a cabo en el Observatorio Nacional.

Digitized by Google

procurara contratar en Europa una persona competente que quisiera venir a servir el empleo de primer ayudante con la remuneracion de 1,500 pesos anuales que se consultaba entónces con este objeto en la lei de presupuestos. Miéntras el doctor Moesta, que aceptó la comision con la mejor voluntad, trataba de cumplirla en aquel continente, por mi parte ofrecí aquí, sin éxito, a varios jóvenes, la otra plaza que quedaba vacante i que permaneció así hasta febrero del año pasado, en que la aceptó don Eduardo Letelier. Ménos felices fueron las jestiones de Moesta, pues no encontró una persona que reuniera las condiciones exijidas i que estuviera dispuesta a venir por aquel sueldo. Los servicios de Letelier, por otra parte, no fué posible aprovecharlos mucho tiempo: una grave enfermedad, que se prolonga hasta hoi, le obligó a suspenderlos en octubre, justamente en la época en que mas necesarios eran, con motivo de las observaciones del gran cometa que entónces pasaba a nuestra vista, i las que exijia como preliminares indispensables el próximo paso de Venus por delante del Sol.

"Conocedor US. de tan difícil como inconveniente situacion para la buena marcha de este Instituto, solicitó i obtuvo del Congreso la creacion de nuevos empleos con dotaciones mas equitativas. Gracias a US. i a la liberalidad de los representantes del pais, la lei de presupuestos vijente ha elevado a seis los ayudantes, tres observadores i tres calculadores i encargados del servicio meteorolójico, i ha creado el cargo de injeniero óptico, que era tambien de necesidad absoluta para el arreglo i conservacion de los intrumentos. Si bien este personal no puede considerarse numeroso, atendidos el material de que disponemos i la enorme tarea científica que les corresponde llenar a los pocos observatorios astronómicos bien organizados que funcionan en el hemisferio sur, será, sin embargo, bastante, una vez que llegue a completarse para que nuestros trabajos, bien apreciados ya por su mérito en el mundo científico, puedan figurar tambien, de un modo honroso por por su cantidad, al lado de los que se ejecutan en los demas paises.

"Pero desgraciadamente las dificultades que he hecho notar i que existen para obtener colaboradores bien prepa-

Digitized by Google

rados, no han cesado aun: desde la promulgacion de aquella lei hasta la fecha, solo ha sido posible nombrar el cuarto ayudante, don Diego A. Lira, alumno distinguido en la Facultad de ciencias de la Universidad, que manifiesta decido amor por la astronomía, i al injeniero óptico don Luis Grosch, del cual he hecho mencion mas arriba. Estos dos empleados, que son los únicos con que cuento en la actualidad, principiaron a funcionar en el mes de febrero último.

"En este mismo mes, i con anuencia de US., repetí a Moesta el encargo que ántes le habia hecho del primer ayudante, estendiéndolo tambien esta vez al segundo; i aunque hasta ahora no he recibido ninguna noticia sobre la materia, confio en que no será difícil encontrar en Europa individuos competentes que acepten estos empleos con las dotaciones actuales, i por consiguiente, en que mas o ménos pronto los trabajos del Observatorio podrán contar con la accion de esos colaboradores i recibir el ensanche correspondiente.

"A pesar de las dificultades que hasta aquí se presentan, no desespero, señor Ministro, de encontrar en Chile los dos auxiliares que todavía faltan, aparte de los ayudantes de que acabo de hablar, ni abandono la esperanza de llegar a formar aquí, tomando a éstos como base, un personal de empleados hábiles que evite en lo sucesivo los inconvenientes que dejo apuntados, como tuve el honor de manifestarlo a US. en mi oficio fecha 9 de noviembre del año próximo pasado.

II

"De lo que llevo espuesto se desprende que, durante el tiempo a que se refiere este informe, como desde que volví de Talca en la época ya espresada, el que suscribe ha sido el único observador oficial del establecimiento. Pero debo agregar desde luego, que en ciertas ocasiones he sido auxiliado en esta tarea por el señor Grosch i por mi hijo Luis Antonio que espontánea i desinteresadamente han querido tomar parte en ella en los casos que era necesario i que indicaré en su lugar.

Digitized by Google

"Apénas restablecido el servicio astronómico he continuado la revision del catálogo de Lacaille, que habia iniciado en 1866, i que por ahora puede considerarse como la labor ordinaria i de mas largo aliento del Observatorio. En la ejecucion de este trabajo, en el período de que doi cuenta, he practicado con el *círculo meridiano* 3,425 observaciones de pasos de estrellas, comprendiendo en éstas las que en cada série deben hacerse para determinar las correcciones instrumentales i el estado i movimiento del péndulo. Las estrellas observadas para estos efectos las he tomado siempre de la lista que se inserta con tal objeto en el *Nautical Almanac.*

"Una parte de aquellas observaciones ha recaido sobre estrellas circumpolares, i ha tenido por objeto medir los intervalos o las distancias ecuatoriales de los hilos del anteojo, operacion larga i penosa por no tener éste el mecanismo especial que a eso se destina, i que se hizo necesaria a causa de los deterioros que encontré en el instrumento, uno de los cuales era la falta del hilo medio vertical, que fué preciso reponer. Este trabajo que debia servir tambien a las comisiones estranjeras encargadas de observar en Chile el paso de Venus, era sin duda el mas urjente, i dedicándome con preferencia a él, quedó terminado en el mes de octubre del año anterior; i todas las comisiones pudieron recibir i aprovechar oportunamente los resultados.

"El gran acontecimiento astronómico del año 1882, i aun puede decirse del presente siglo, fué el paso del planeta Venus por delante del disco del Sol, que tuvo lugar el 6 de diciembre. Las observaciones de este fenómeno despertaron vivísimo interes en el mundo científico, i casi todos los gobiernos de las naciones mas adelantadas organizaron costosas espediciones destinadas a observarlo en los puntos mas convenientes. La América era la mas favorecida a este respecto, i para las estaciones del hemisferio sur ofrecia nuestro territorio condiciones escepcionalmente propicias. El Supremo Gobierno, i en particular US., participando de ese movimiento jeneral de interes por la ciencia, tuvieron a bien proporcionar al Observatorio Nacional los recursos necesarios para que pudiera tomar parte en la jornada, poniéndose, en cuanto fuera posible a

Digitized by Google

la altura de los demas que concurrian a ella.

"Las observaciones de aquel fenómeno que no volverá a presentarse hasta el siglo XXI, exijian ciertos trabajos preliminares que ejecuté con la debida oportunidad, i el dia en que él debia verificarse se encontraba ya todo preparado. Como en esa época me encontraba enteramente solo i mi accion habia tenido que ser mui limitada, acepté con gratitud el ofrecimiento que Grosch i Luis A. Vergara me hicieron de concurrir al trabajo, i pude así utilizar sus conocimientos en la materia en provecho de la ciencia i del pais.

"Con el concursos de estos caballeros se ocuparon en aquellas observaciones los tres ecuatoriales i el círculo meridiano del observatorio en la forma siguiente: Luis A. Vergara observó con el ecuatorial de 11 centímetros, Grosch con el de 18 i el que suscribe con el de 25, que se acababa de montar, i con el círculo meridiano. Los resultados obtenidos, que en poco tiempo mas estarán en estado de darse a la estampa, creo que corresponden, señor Ministro, a las espectativas del Gobierno i del pais.

"Como en los fenómenos astronómicos vistos desde la Tierra ejerce cierta influencia el estado atmosférico, era necesario practicar ademas, observaciones meteorolójicas de hora en hora, las que se ejecutaron con toda regularidad, sin desatender las anteriores, desde el dia precedente hasta algunas horas despues de la conjuncion de aquellos astros, por los mismos dos colaboradores que acabo de citar.

"Las observaciones de dos grandes cometas que pasaron al alcance de nuestra vista en el último año, han sido parte tambien de la labor científica realizada por el Observatorio Nacional en el período que este informe comprende.

"El primero de esos cometas fué visto por mí a mediados de junio i pude seguirlo con el ecuatorial de 18 centímetros desde el 21 de este mes hasta el 10 de julio inclusive, desde cuya fecha hasta su desaparicion de nuestro horizonte, los nublados no permitieron volver a verlo.

"El segundo, que era un astro verdaderamente majestuoso, lo ví i fijé su posicion por primera vez en la mañana del dia 18 de setiembre. Despues de esta fecha, debien-

Digitized by Google

do ocuparme yo de otras tareas indispensables relativas al paso de Venus, recomendé las observaciones subsiguientes a don Luis Grosch, que las continuó hasta el último dia del año con toda la regularidad que fué posible empleando siempre en ellas el ecuatorial de 18 centímetros a que me he referido.

"Este cometa verdaderamente estraordinario, que pasó por su perihelio el 17 de aquel mes i atravesó el ecuador, pasando del norte al sur el 21 del mismo, se hizo visible para todo el mundo, i con un brillo tal, durante algunos dias, que se podia ver a la simple vista sin ninguna dificultad hasta en los momentos de la altura meridiana del Sol.

"Despues de las primeras observaciones, algunos astrónomos creyeron que el cometa de setiembre era idéntico a los de 1843 i 1880, pues encontraban cierta semejanza entre los elementos de las órbitas respectivas, i como en tal caso el tiempo de su revolucion disminuiria con mucha rapidez, a la vez que predecian su vuelta para una época mui próxima, creian que pasaria entónces tan cerca del Sol, que la atraccion de este astro lo haria caer sobre su superficie i confundirse con él. Mas, esta hipótesis parece que no ha sido confirmada por las observaciones i cálculos posteriores que, segun una publicacion reciente, habrian demostrado que la vuelta de aquel cometa, si llega a verificarse, no será ántes de 700 años.

"Otro trabajo, señor Ministro, fundado en observaciones astronómicas, de que tambien debo dar cuenta a US. en este informe, se refiere a la jeografía del pais.

"En enero del presente año se trasladó al sur de la República una comision científica encargada por el Ministerio de la Guerra de levantar la carta de los territorios fronterizos, i su jefe don Alvaro Bianchi Tupper, ántes de partir de esta capital, solicitó el concurso del Observatorio i se puso de acuerdo con el que suscribe para determinar las lonjitudes de algunos puntos principales, mediante comunicaciones recíprocas de la hora por señales telegráficas, prévias las observaciones necesarias para calcular el estado absoluto i el movimiento de los cronómetros.

"Siguiendo este procedimiento, que es uno de los mas exactos, practicamos las primeras comparaciones en la no-

Digitized by Google

che del 22 de aquel mes, entre Santiago i Traiguen, i las segundas en la del 2 de febrero, entre la capital i Temuco, unas i otras con un éxito satisfactorio. Desgraciadamente me ví en la necesidad de suspender el trabajo en esta fecha, a causa de una grave alteracion en mi salud, que me obligó a buscar un clima mas benigno hasta el 1º de marzo. Apénas volví a Santiago, procuré ponerme de nuevo en comunicacion con Bianchi; pero éste recorria entónces puntos a los cuales no alcanzan los telégrafos, i no me fué posible hacerlo hasta que llegó a Valdivia en los primeros dias de abril, i el 5 de este mes hicimos una última comparacion telegráfica para determinar la lonjitud de esa ciudad.

III

"Las observaciones meteorolójicas, que hacen parte integrante de los trabajos científicos de este Observatorio, constituyendo una seccion especial, las he continuado con la mas perfecta regularidad, i tan completas como lo permiten lo instrumentos de que se puede disponer. Este servicio corre especialmente a cargo del señor Lira, concurriendo tambien a él el que suscribe, el señor Grosch i mi hijo Luis. Los dos últimos, debo repetirlo, sin mas interes que el de servir a la ciencia.

"Estas observaciones se practican de un modo invariable tres veces al dia, a las 7 de la mañana, a las 2 de la tarde i a las 10 de la noche, i son las únicas que no se interrumpieron durante mi ausencia. Pero, aparte de éstas, se ejecutaban ántes de mi viaje, i las he restablecido desde que volví, observaciones horarias, o sea de hora en hora, durante tres dias de cada mes, el 5, el 15 i el 25, para determinar las correcciones correspondientes a los promedios de las ordinarias, i para poder hacer el trazado gráfico de las variaciones de los diversos instrumentos o de los diversos fenómenos atmosféricos que se observan.

"El servicio meteorolójico o físico del Observatorio comprende, por ahora, el estudio de las variaciones de la presion i de la temperatura del aire; el de la humedad relativa de éste i el de la fuerza elástica del vapor de agua

Digitized by Google

que él contiene; el de las nubes, de los vientos, i de las lluvias, i, en jeneral, el de todos los fenómenos estraordinarios que, como los temblores, suelen presentarse de tiempo en tiempo.

"No son estos, señor Ministro, como US. sabe, los únicos fenómenos que comprende el estudio completo de la física del globo; pero en la actualidad no me es posible adelantar mas en este órden por faltar los instrumentos necesarios, que no es fácil proporcionarse aquí; pero que espero obtener mas tarde para poder colocar nuestro observatorio físico a la altura de las exijencias i de los progresos de la ciencia.

IV

"A las observaciones astronómicas i a las meteorolójicas que se practican en este establecimiento en la forma que dejo espresada, deben agregarse las magnéticas, segun lo que dispone el Reglamento. Pero hasta ahora no ha sido posible llevar a efecto, primero, porque faltaban los instrumentos necesarios, i despues de 1872, en que se adquirió un excelente teodolito especial para ese jénero de estudios, por no existir un local adecuado donde establecerlo.

"Recordará US. que en la visita que se dignó hacer al Observatorio en diciembre último, hice presente a US. esta necesidad que, como las demas del establecimiento, US. se manifestó dispuesto a satisfacer; i creo aun haberle oido ordenar inmediatamente al arquitecto del Gobierno, que acompañaba a US., que hiciera el plano i el presupuesto para la construccion que se necesita con ese objeto; mas, como esto no se ha llevado a efecto, i el señor Aldunate me ha manifestado que él no cree haber recibido esa órden, me propongo insistir sobre este punto, i al efecto me permitiré llamar de nuevo la atencion de US. en momento oportuno, a la necesidad que hai de organizar el observatorio magnético i su respectivo servicio, que es reclamado en la actualidad con particular empeño por el mundo científico.

Digitized by Google

V

"Por motivos que he manifestado detenidamente al Ministerio en informes anteriores, permanecen inéditas hasta ahora la mayor parte, casi la totalidad, de las observaciones astronómicas hechas en este Observatorio a partir de 1860. En el período comprendido entre ese año i el de 1865, esas observaciones son obra del señor Moesta, i las llevó consigo al retirarse del establecimiento. Las siguientes hasta 1875, en que fueron interrumpidas por la causa ya varias veces indicada, son del que suscribe, i se hallan en estado de darse a la prensa.

"En noviembre de 1874 el Supremo Gobierno contrató la publicacion de éstas en la parte correspondiente a los años de 1865 a 1870; pero este contrato no pudo llevarse a efecto en aquella época porque ántes que el impresor llegara a adquirir ciertos materiales que necesitó encargar al estranjero para el trabajo, me encontré yo en la imposibilidad de atender éste, a causa de mi temporal separacion de las labores del Observatorio. Pero apénas he vuelto a ellas, me ha preocupado este negocio, que considero tan importante para el adelanto de la ciencia como para el prestijio del pais, i en la actualidad se halla en vía de iniciarse la publicacion a que me refiero, i tengo esperanzas de que ella quedará terminada en el presente año.

"En poco tiempo mas me encontraré tambien en situacion de hacer imprimir las observaciones relativas al paso de Venus por delante del Sol, i al efecto solicitaré oportunamente de US. los fondos necesarios. Habria deseado, señor Ministro, publicar mucho ántes los resultados de este trabajo; pero no me ha sido posible hacerlo, tanto por el estado de mi salud, a que ántes he hecho referencia, que me obligó a salir de Santiago durante el mes de febrero i que me ha impedido todo trabajo personal mui activo, como por la falta casi absoluta de ayudantes con que he tenido i tengo aun que luchar. Al presente nos ocupamos con preferencia de los cálculos de estas observaciones el ayudante señor Lira i el que suscribe.

"Si US. tiene a bien librar los fondos necesarios, espero tambien, si no concluir, dejar por lo ménos mui adelanta-

Digitized by Google

da en el corriente año la publicacion de las observaciones meteorolójicas practicadas en el Observatorio, que en su mayor parte se encuentran reducidas i falta solo darles la forma o la disposicion conveniente para entregarlas a la imprenta. Estas observaciones las he publicado hasta 1874, o en los *Anales de la Universidad*, o en el *Anuario* de la Oficina Central Meteorolójica, miéntras ésta estuvo a mi cargo; i las que ahora me propongo publicar son las comprendidas entre ese año i el presente que se hallan inéditas.

VI

"La biblioteca de todo establecimiento científico debe ser atendida con cierta preferencia, procurando que se encuentren en ella todos los libros, si es posible, relativos a la ciencia especial que en él se cultiva, i en particular los mas modernos, que será siempre en los que se hallarán consignados los últimos descubrimientos i los métodos de investigaciones mas perfeccionados. Desgraciadamente, esto no ha podido realizarse hasta ahora en el Observatorio Nacional, i su biblioteca se halla por eso mui léjos de corresponder a las necesidades que debe llenar.

"Aparte de algunas publicaciones periódicas i de un crecido número de folletos, cuenta ésta en la actualidad con poco mas de mil volúmenes, en su mayor parte relativos a trabajos practicados sobre las ciencias astronómicas i jeográficas, i casi en su totalidad obtenidos por canjes de publicaciones o por obsequios recibidos de muchos observatorios i otros institutos científicos estranjeros. En el año que comprende este informe, se han recibido de la misma manera i han incrementado nuestra pequeña biblioteca, diez periódicos, no pocos folletos i cuarenta tomos mas o ménos importantes sobre aquellas ciencias. Pero este número es seguro que habria sido mayor, sin los frecuentes estravíos que se verifican, no sé si en los correos o en las aduanas, pues he recibido anuncio del envío de varios libros que aquí no han llegado. En este caso se encuentran, entre otros, ocho volúmenes obsequiados por el doctor Moesta, entregados por él en Paris al señor Ministro de

Digitized by Google

Chile i remitidos por éste al Ministerio de Relaciones Esteriores, donde parece que no han llegado, i varios tomos mui importantes publicados por el Observatorio de Greenwich, enviados por conducto del Cónsul chileno en Lóndres, segun me ha comunicado el director de ese observatorio, i que tampoco han llegado a Santiago.

"I ya que de estos hechos he hecho mencion, no dejaré de hacerla tambien, señor Ministro, de otro que parece indicar que tales estravíos han tenido lugar en la aduana de Valparaiso. Este hecho es el de haberse recojido en este puerto, por un caballero amigo mio, tres de los volúmenes de las observaciones de Greenwich, que él encontró en poder de un particular, i reconoció tener escrita aun en una de sus tapas la direccion al Observatorio de Santiago. Estos libros, que probablemente habrian sido sustraidos de la aduana, me fueron entregados sin tardanza; pero la obra de que hacen parte, la mas valiosa de cuantas tiene la biblioteca de este establecimiento ha quedado incompleta.

"La falta de libros especiales i modernos a que me he referido ántes, se irá subsanando ahora poco a poco con la pequeña suma que, como US. sabe, el Congreso acordó destinar a este objeto desde el presente año en la lei jeneral de presupuestos. Dándole a esta suma una inversion acertada i oportuna, en una época no mui remota se hallará nuestra biblioteca a la altura de las necesidades que debe satisfacer. Al presente tengo encargados a Europa los libros que con mas urjencia se necesitan.

VII

"El material científico del Observatorio, que se encontraba bastante maltratado cuando volví al establecimiento, como US. tuvo ocasion de verlo, se halla ahora en perfecto buen estado de servicio, gracias al empeño con que el injeniero señor Grosch se dedicó a restaurarlo.

"Con toda exactitud puedo afirmar, señor Ministro, que en esa época no habia uno solo de los instrumentos mas importantes i de mas uso que no hubiera sufrido deterioros mas o ménos graves: el pequeño instrumento de pasos

Digitized by Google

tenia casi del todo oxidados los muñones del eje de rotacion, alterada la posicion del espejo que sirve para trasmitir la luz al retículo en las observaciones nocturnas, abollada la rosca en que se ajusta el contrapeso del círculo, etc.; el barómetro normal, que se ha conservado bien, estaba fuera de su lugar por haberse destruido por el tiempo su base que era de madera; el barómetro regulador tenia descompuesto el reloj, cortada la cuerda de la pesa i rota la cremallera del aparato que recibe el papel, la que se sustituyó por un cordon de seda; el gran círculo meridiano, el instrumento de mas precision de todo observatorio astronómico, tenia roto el hilo medio del retículo, como he dicho mas atras, quebrado uno de los manubrios, desarreglados los microscopios micrométricos i varios otros deterioros de menor importancia; el ecuatorial de 18 centímetros de abertura se hallaba con todos los hilos destrozados, oxidados los ejes, desprendida una de las piezas del micrómetro filar i, lo que es peor, doblado el círculo de posicion de este aparato, por efecto, sin duda, de un gran golpe, i a tal estremo, que ha sido imposible rectificarlo de un modo perfecto, i, por último, el ecuatorial de 11 centímetros, que era, de los instrumentos principales, el que ménos habia sufrido, talvez porque nadie se acercó a él, era un depósito de polvo, i tanto él como la sala en que está montado, se hallaban tapizados de telas de arañas.

"Los instrumentos portátiles, de los cuales hai una buena coleccion, como US. sabe, no habian sido mejor atendidos, si bien no existian en ellos en jeneral, mas deterioros que los que ocasiona siempre el tiempo en las cosas que se dejan abandonadas a su accion destructora. Digo en jeneral i no todos, porque debo hacer escepcion, señor Ministro, de un teodolito astronómico que no encontré en el Observatorio, i que solo despues de algun trabajo pude recojer mas tarde bastante deteriorado, faltándole, ademas, uno de los microscopios del círculo vertical i la lámpara destinada a iluminar los hilos.

"Pero todavía era peor que todo esto, aunque mas fácil de remediar, el estado en que encontré el telégrafo especial que unia este establecimiento con las líneas del Estado i la trasandina. Por necesidades urjentes del servicio

Digitized by Google

jeneral en los momentos mas críticos de la guerra, el Supremo Gobierno, segun se me ha informado, destinó a este servicio el alambre, las baterias i la máquina receptora de ese telégrafo, i al estraerlos destruyeron totalmente sus comunicaciones con el cronógrafo i con el péndulo; de manera que al restablecerlo, como se ha hecho, por la direccion jeneral del ramo, se ha necesitado reconstruirlo en todas sus partes, como si jamas hubiera existido. Esta reconstruccion, como las reparaciones de los instrumentos, se ha llevado a cabo de un modo satisfactorio, quedando así restaurado el material científico, i el establecimiento en situacion de prestar los servicios que llevo espresados i algunos otros de que me ocuparé mas adelante.

"Con fecha 22 de noviembre último tuve el honor de comunicar a US. que en esa misma fecha quedaba armado el nuevo ecuatorial en la torre que se construia al efecto, habiéndose habilitado ésta de un modo provisorio en parte, para que él pudiera servir en las observaciones del paso de Venus que debia verificarse pocos dias mas tarde.

"Este instrumento, que es una adquisicion valiosísima para el Observatorio, se encargó a Europa en 1868, i despues de perderse un ejemplar por naufrajio del buque en que venia, el de que ahora me ocupo se hallaba en Santiago, desde febrero de 1873, sin que hubiera sido posible utilizarlo ántes a causa de haberse retardado por diversos motivos la construccion del edificio especial en que debia instalarse, que se habia iniciado en 1869, poco tiempo despues de verificado el encargo.

"La comision de hacer fabricar el instrumento fué confiada por el Gobierno al doctor Moesta, el cual lo encargó, en la parte mecánica, a los acreditados talleres de los *señores Pistor & Martins*, de Berlin, i en la óptica, a los *señores Merz*, de Munich, que son considerados universalmente como los mejores para esta clase de obras, en particular para la confeccion de las grandes lentes. Despues del naufrajio indicado que ocasionó la pérdida de este ecuatorial, Moesta, con la debida autorizacion i con lo que produjo el seguro, contrató otro repartiendo tambien el trabajo entre el mismo óptico Merz i los *señores A. Repsold e hijos*, de Hamburgo, que gozan de una fama superior a la de Pistor & Martins como mecánicos. Habien-

Digitized by Google

do tenido lugar ese naufrajio cerca de la costa, las olas arrojaron a la playa una parte del cargamento del buque, comprendiéndose algunos cajones pertenecientes al instrumento que contenian ciertas piezas principales. Vendido esto en remate por la compañía de seguros, Moesta pudo comprar, por un precio relativamente bajo, el objetivo, el micrómetro filar i una caja de oculares que, aceptados por los fabricantes del nuevo anteojo, fué posible mejorar las condiciones de éste sin aumentar su precio, que no ha pasado así de 6,000 pesos.

"En la ejecucion de esta obra, señor Ministro, manteniéndose los constructores de ella a la altura de su merecida fama, demostraron una vez mas su reconocida habilidad; pues el instrumento a que me refiero i que US. conoce, no solo es bien acabado en su conjunto i en sus detalles, sino que, sin tener las dimensiones de los mayores que existen, no es a ninguno inferior en cuanto a la precision de los trabajos astronómicos que con él pueden practicarse. Su largo o sea la distancia focal del anteojo, es de $4^{m}50$, i de $0^{m}25$ el diámetro de la abertura libre del objetivo; los ejes son de acero, resguardados por una caja de fierro para preservarlos de la humedad i del polvo, i en sus estremos se ajustan respectivamente el círculo horario i el de declinacion, que miden $0^{m}40$ de diámetro i se hallan tambien protejidos por una sólida armadura de fierro; las lecturas de estos círculos se hacen mediante dos microscopios micrométricos arreglados para cada uno de ellos, obteniéndose así una exactitud mui superior a la que se alcanza por el uso de los nuñez: el movimiento paraláctico del anteojo es producido por un mecanismo de relojería colocado sobre la plancha fundamental del instrumento, el cual es movido por una pesa i un péndulo circular que permite regular la marcha del reloj i del anteojo, i, por último, la iluminacion del retículo se efectúa por medio de una lámpara colgada en la misma direccion, pero en sentido opuesto del eje de declinacion, i un sistema de prismas dispuesto de tal modo que, a voluntad del observador puede alumbrarse el campo de vista dejando los hilos oscuros, o vice-versa. Hacen parte, ademas, de este excelente instrumento, un juego mui completo de oculares cuyo poder amplificativo máximo alcanza a 1,000; dos

Digitized by Google

micrómetros circulares, uno sencillo i otro doble; dos espectroscopios, i un micrómetro filar doble cuyo círculo de posicion es de 0^m25 de diámetro. Este aparato, que perteneció al ecuatorial construido por Pistor & Martins, a cuya pérdida he hecho referencia, es obra bien acabada de estos artistas, i de un uso tan moderno en la astronomía práctica, que en el dia no tengo noticias de que exista otro, fuera de uno, mas o ménos igual, que posee el Observatorio de Poulkowa.

"Otra adquisicion, señor Ministro, que se ha hecho en el año de que doi cuenta en órden al material científico del Instituto de mi cargo, es una buena coleccion de vidrios acromáticos ofuscadores para las observaciones del Sol, encargados por US., a solicitud del que suscribe, al señor Ministro de Chile en Francia, que los remitió oportunamente para que alcanzaran a servir en las observaciones del paso de Venus. Estos vidrios, que tienen su colocacion delante de los oculares para preservar el ojo del observador cuando se mira ese astro, se rompen o se funden con mucha frecuencia por la accion de los rayos solares que los anteojos reconcentran sobre ellos; i por esta causa hacia tiempo que se habia agotado en el Observatorio ese elemento indispensable i era imposible practicar trabajo alguno fundado en la observacion directa del Sol.

VIII

"En el edificio del establecimiento he ejecutado varias obras que eran necesarias para reparar en él los deterioros producidos por el tiempo. Los techos, los pavimentos, los aparatos mecánicos que sirven para levantar las tapas de las salas de observaciones, los empapelados i la pintura han sido refaccionados de un modo mas o ménos completo, i si bien queda todavía algo por hacer respecto a lo último, puede decirse ya, sin embargo, que el estado de conservacion de este edificio es satisfactorio. Aparte de estos trabajos, he tenido que reconstruir la muralla de circunvalacion del Observatorio, que se hallaba destruida en su mayor parte, así como la cuadra i el depósito de forraje para los caballos de los empleados, que estaban ruino-

Digitized by Google

sos. La casita del portero ha recibido tambien algunas reparaciones que necesitaba.

"En el año que comprende este informe, se ha continuado por órden de US. la construccion de la torre destinada a recibir el gran anteojo ecuatorial a que me he referido ántes, iniciada poco despues de encargar el instrumento. Desgraciadamente esta obra adoloce de graves defectos de construccion, debido talvez al poco tiempo que pudieron dedicar a su estudio el arquitecto i el mecánico encargados de ejecutarla, i que para correjirlos será necesario hacer todavía en ella algunos gastos de cierta importancia. El mecánico señor Corbeaux se ocupa en la actualidad, por disposicion de US., de estudiar los planos i de formar el presupuesto de los trabajos que serán necesarios al efecto.

"Una de las necesidades que mas se hacia sentir en este establecimiento desde que se trasladó al local que ahora ocupa en el interior de la Quinta Nacional de Agricultura, era la de habitaciones para que pudieran residir en él todos los empleados. Esta necesidad, que en diversas ocasiones habia hecho presente al Ministerio, ha sido satisfecha en gran parte con la casa que se acaba de construir, i que sirve ya a su objeto, a pesar de no estar todavía del todo terminada i de no ser irreprochable su ejecucion, que ha corrido a cargo de la Oficina de Arquitectura.

"Pero debo manifestar a US. que no es ya esto todo lo que se necesita en este órden para llenar las exijencias actuales del buen servicio del Observatorio: formado el plano de esa casa i acordada su construccion por el Supremo Gobierno, sin tomar en cuenta el aumento de personal que sobrevino i de que me he ocupado ántes, es ahora insuficiente para dar cabida a los nuevos empleados, i se hace indispensable ensancharla proporcionalmente. En momento oportuno tendré el honor de volver a ocupar sobre esto la atencion de US., presentándole los planos i presupuestos respectivos.

IX

"A las tareas propias del Observatorio se agregaron en el último año las que eran necesarias para atender i auxi-

Digitized by Google

liar en sus trabajos a las comisiones científicas estranjeras que vinieron a observar entre nosotros el paso de Venus por delante del Sol.

"Estas comisiones fueron cinco, i se establecieron, como US. sabe, dos en Punta-Arenas, dos en Santiago i una en San Bernardo. Las dos primeras, una de las cuales fué enviada por el Gobierno aleman i la otra por el del Brasil, se hallaron fuera del alcance de la accion i de los elementos de que disponia el infrascrito, i solo pudieron ser servidas con los recursos materiales de que las autoridades i los vecinos del lugar disponian; pero las otras tres, una norte-americana, otra francesa i la tercera belga, no solo aprovecharon para el buen desempeño de su mision de estos recursos que el Supremo Gobierno les suministró con liberalidad, sino tambien de los auxilios científicos que les ofrecia el Observatorio Nacional, en cuyo sitio se instaló aun la última.

"Favorecidos por la pureza de nuestro cielo i sin que hubieran tenido que sufrir ninguna contrariedad en sus trabajos, todos los observadores se retiraron satisfechos, llevando en sus carteras preciosísimos datos que servirán próximamente al progreso de la ciencia, concurriendo a la resolucion de uno los mas importantes problemas de la astronomía.

"Con lo espuesto, señor Ministro, creo dejar cumplida la órden de US. a que me referí al principio de este informe."

Dios guarde a US.

José Ignacio Vergara.

Al señor Ministro de Instruccion Pública.

Digitized by Google

Las horas de los contactos en el Observatorio Nacional.

HORAS DE LOS CONTACTOS ESPRESADAS EN TIEMPO MEDIO DE SANTIAGO SEGUN EL SEÑOR DIRECTOR DEL OBSERVATORIO NACIONAL. (1)

	h.	m.	s.	
Primer contacto interior.....	9	34	31.	A. M.
Segundo contacto interior.....	3	8	36.	P. M.
Ultimo contacto.....	3	28	35.	P. M.

(Valores aproximados dentro de un segundo).

(1) Debemos estos datos a la benevolencia del señor Director del Observatorio Nacional.

Digitized by Google

ERRORES MAS NOTABLES

Pájs.	Líns.	Dice.	Léase.
44	17	nieto	sobrino.
55	16	invertiendo	invirtiendo.
82	27	i en	i en el.
92	38	de m	de 4m (en algunos ejemplares).
96	23	del	en el.
99	37	una pinza	unas pinzas.
100	3	quita la pinza	quitan las pinzas.
140	21	en el alazimut	en altazimut.
189	23	instalare	instalarse.
209	23	publicados	publicadas.
223	20	Delegadoun	Delegado universitario.
235	13	una	uno.
238	11	inclinaciones	indicaciones.
238	21	justamente	juntamente.
238	25	afrecer	ofrecer.
240	4	desfavorable	desfavorables.
256	12	concursos	concurso.

Digitized by Google

TABLA DE MATERIAS.

Pájs.

Advertencia..... 7
La distancia del Sol a la Tierra..... 9
Las observaciones del paso de Venus anteriores al año 1882..... 27
Estudios preparatorios..... 33
La Comision científica francesa..... 43
La Comision científica belga..... 167
La Comision científica de los Estados-Unidos de Norte-América..... 185
El Observatorio Nacional..... 221

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google